الأكواد (وحدات القياس)

الكمية الفيزيائية	الكود
شدة التيار (أمبير)	5
فرق الجهد (فولت)	120
شحنة كهربية (كولوم)	10
الزمن (ثانية)	2
المقاومة (أوم)	24
الشغل - الطاقة - عزم الازدواج (جول)	1200
القدرة (وات)	600
المقاومة النوعية ($\Omega.m$)	384
التوصيلية الكهربية ($\Omega^{-1}.m^{-1}$)	$\frac{1}{384}$
الطول - المسافة (متر)	16
(لو مساحة ربع الطول)	$(16)^2$
عزم ثنائي القطب	12.80
كثافة الفيض (تسلا)	$\frac{15}{16}$
معامل النفاذية المغناطيسية	3
معامل الحث (هنري)	48
الفيض (وبر)	240
الفاراد (السعة)	$\frac{1}{12}$
ثابت بلانك	2400
التردد (هرتز)	$\frac{1}{2}$
القوة (نيوتن)	75
الكتلة (kg)	18.75

look

لو طلب إثبات أنه :-

مثلاً: جول / أمبير^2 = هنري

الحل

$\because emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\therefore L = \frac{emf . \Delta t}{\Delta I} = \frac{V . S}{A}$

$= \frac{J . S}{C . A} = \frac{J . S}{A . S . A} = J / A^2$

له كولوم

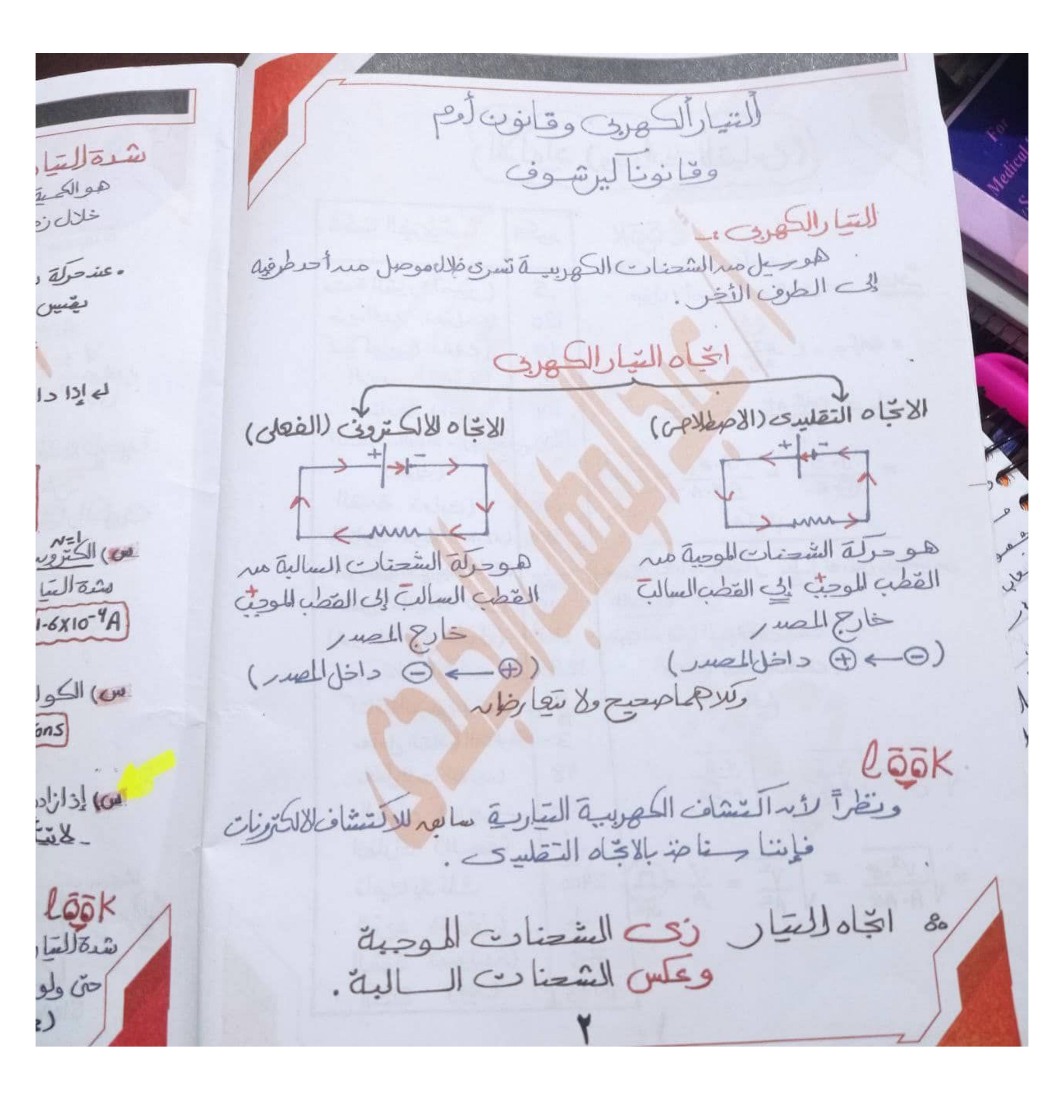
إثبت أن المقدار $\sqrt{\frac{L}{C}}$ له نفس وحدة قياس المقاومة.

حيث أن (L) الحث الذاتي للملف و (C) سعة المكثف.

الحل

$\sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{V . S}{A . F}} = \sqrt{\frac{V . S}{A . \frac{C}{V}}}$

$= \sqrt{\frac{V^2 . S}{A . A S}} = \sqrt{\frac{V^2}{A^2}} = \frac{V}{A} = \Omega$



التيار الكهربي وقانون أوم وقانونا كيرشوف

التيار الكهربي:

هو سيل من الشحنات الكهربية تسري خلال موصل من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر.

اتجاه التيار الكهربي

الاتجاه التقليدي (الاصطلاحي)

هو حركة الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر

(⊖ ← ⊕ داخل المصدر)

الاتجاه الالكتروني (الفعلي)

هو حركة الشحنات السالبة من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج المصدر

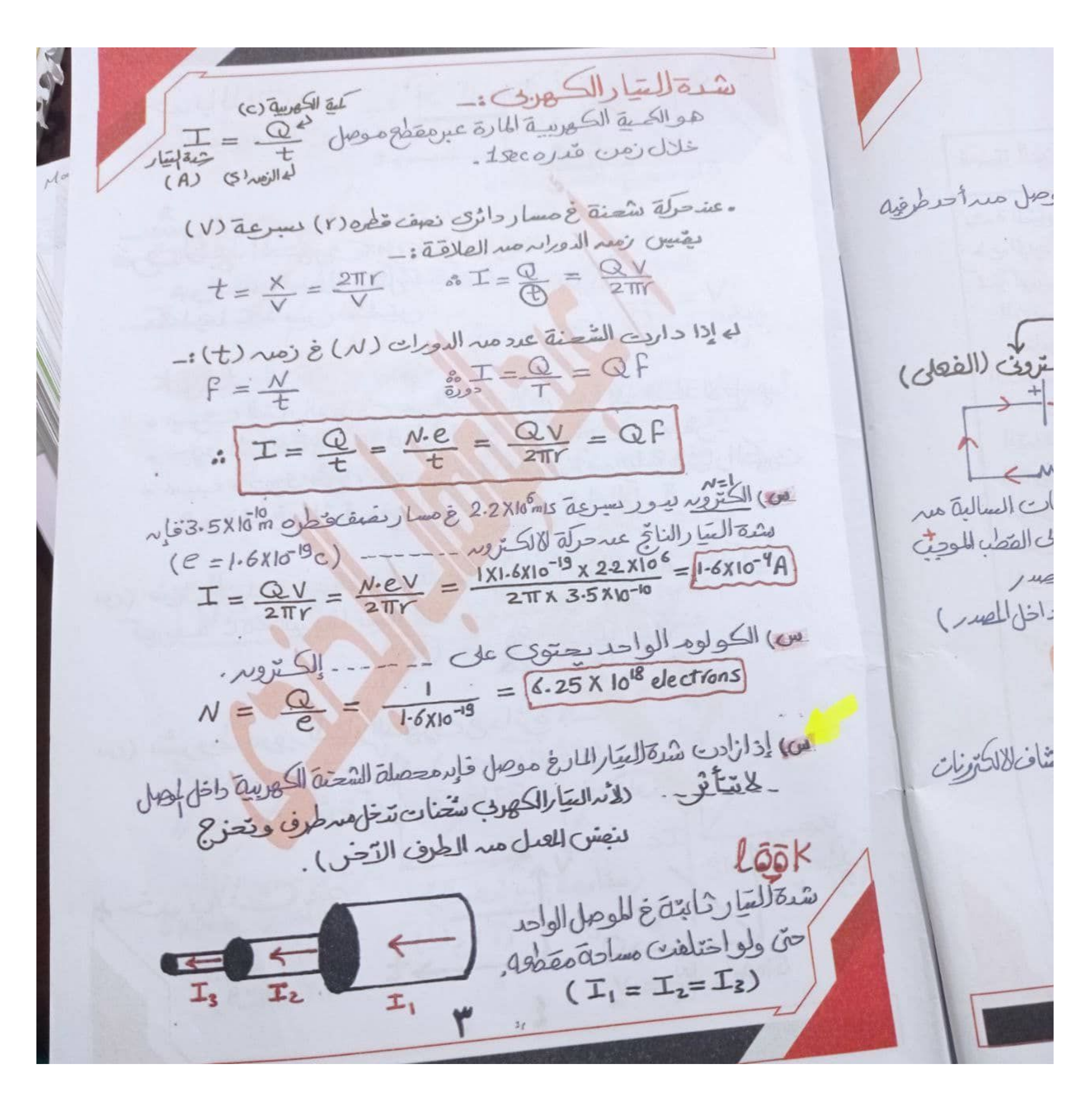
(⊕ ← ⊖ داخل المصدر)

وكلاهما صحيح ولا يتعارضان

look

ونظراً لأن اكتشاف الكهربية التيارية سابق للاكتشاف الالكترونات فإننا سنأخذ بالاتجاه التقليدي.

* اتجاه التيار زي الشحنات الموجبة وعكس الشحنات السالبة.



شدة التيار الكهربي :-

هو الكمية الكهربية المارة عبر مقطع موصل خلال زمن قدره 1sec.

$$I = \frac{Q}{t}$$

I : شدة التيار (A) ، Q : كمية الكهربية (C) ، t : الزمن (s)

• عند حركة شحنة في مسار دائري نصف قطره (r) بسرعة (V) يقيس زمن الدوران من العلاقة :-

$$t = \frac{x}{V} = \frac{2\pi r}{V} \qquad \therefore I = \frac{Q}{t} = \frac{QV}{2\pi r}$$

إذا دارت الشحنة عدد من الدورات (N) في زمن (t) :-

$$f = \frac{N}{t} \qquad \therefore I_{\text{دورة}} = \frac{Q}{T} = Qf$$

$$\therefore I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{QV}{2\pi r} = Qf$$

س) الكترون يدور بسرعة $2.2\times10^{6}\,m/s$ في مسار نصف قطره $3.5\times10^{-10}\,m$ فإن شدة التيار الناتج عن حركة الالكترون ------- $(e = 1.6\times10^{-19}C)$ $(N=1)$

$$I = \frac{QV}{2\pi r} = \frac{N\cdot eV}{2\pi r} = \frac{1\times1.6\times10^{-19}\times2.2\times10^{6}}{2\pi\times3.5\times10^{-10}} = 1.6\times10^{-4}A$$

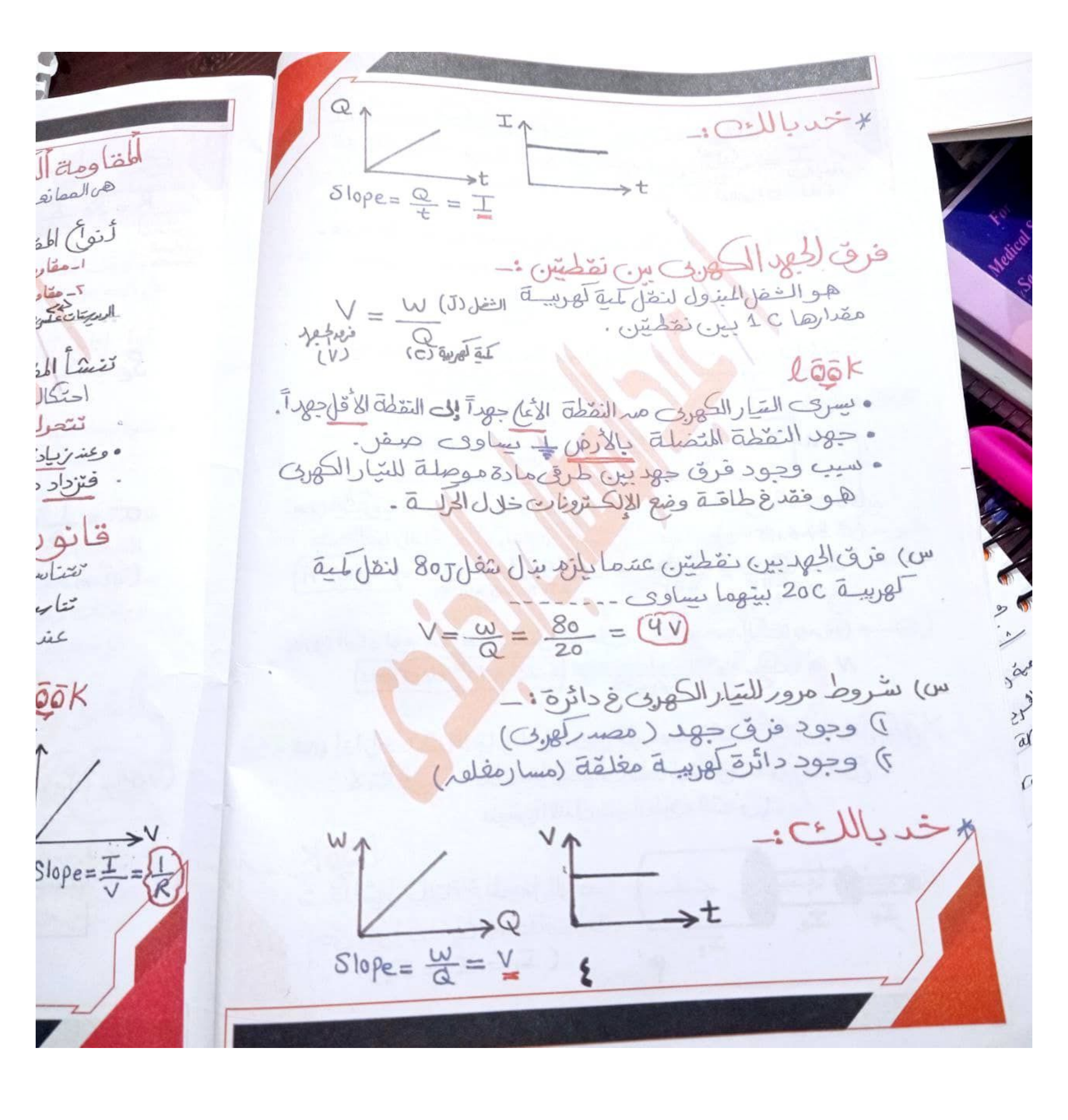
س) الكولوم الواحد يحتوي على ------- إلكترون.

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.6\times10^{-19}} = 6.25\times10^{18} \text{ electrons}$$

س) إذا ازدادت شدة التيار المار في موصل فإن محصلة الشحنة الكهربية داخل الموصل -------.
لا تتأثر (لأن التيار الكهربي شحنات تدخل من طرف وتخرج بنفس المعدل من الطرف الآخر).

look

شدة التيار ثابتة في الموصل الواحد حتى ولو اختلفت مساحة مقطعه.
$(I_1 = I_2 = I_3)$



* خد بالك :-

فرق الجهد الكهربي بين نقطتين :-

هو الشغل المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 C بين نقطتين.

$$V = \frac{W}{Q}$$

الشغل (J) — كمية كهربية (C) — فرق الجهد (V)

لاحظ

- يسري التيار الكهربي من النقطة الأعلى جهداً إلى النقطة الأقل جهداً.
- جهد النقطة المتصلة بالأرض ⏚ يساوي صفر.
- سبب وجود فرق جهد بين طرفي مادة موصلة للتيار الكهربي هو فقد في طاقة وضع الإلكترونات خلال الحركة.

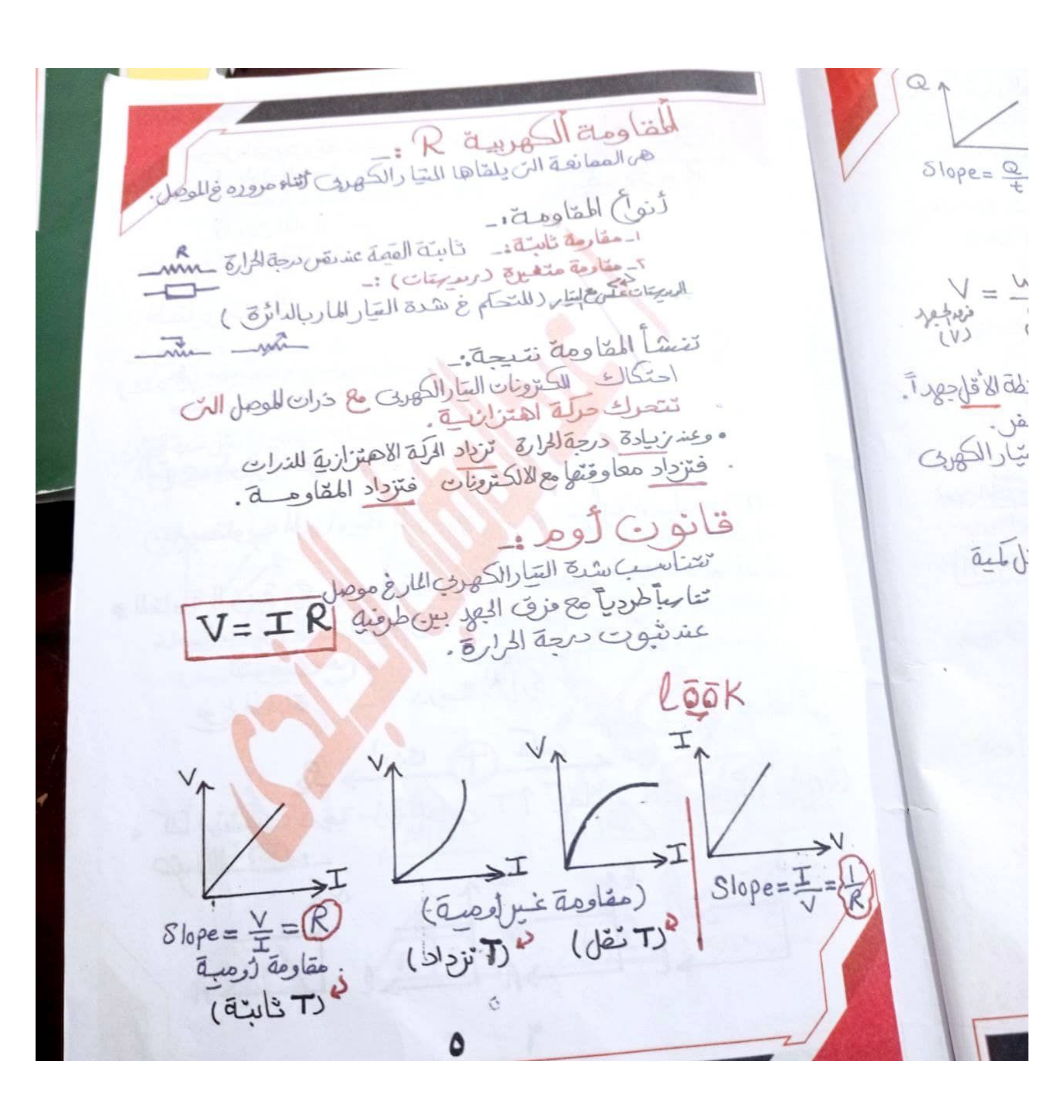
س) فرق الجهد بين نقطتين عندما يلزم بذل شغل 80J لنقل كمية كهربية 20C بينهما يساوي ---------

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{80}{20} = 4V$$

س) شروط مرور التيار الكهربي في دائرة :-

1. وجود فرق جهد (مصدر كهربي)
2. وجود دائرة كهربية مغلقة (مسار مغلق)

* خد بالك :-



المقاومة الكهربية R :-

هي الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي أثناء مروره في الموصل.

أنواع المقاومة:-

١- مقاومة ثابتة:- ثابتة القيمة عند نفس درجة الحرارة

٢- مقاومة متغيرة (ريوستات):-

الريوستات تتحكم في التيار (للتحكم في شدة التيار المار بالدائرة)

تنشأ المقاومة نتيجة:-

احتكاك الكترونات التيار الكهربي مع ذرات الموصل التي تتحرك حركة اهتزازية.

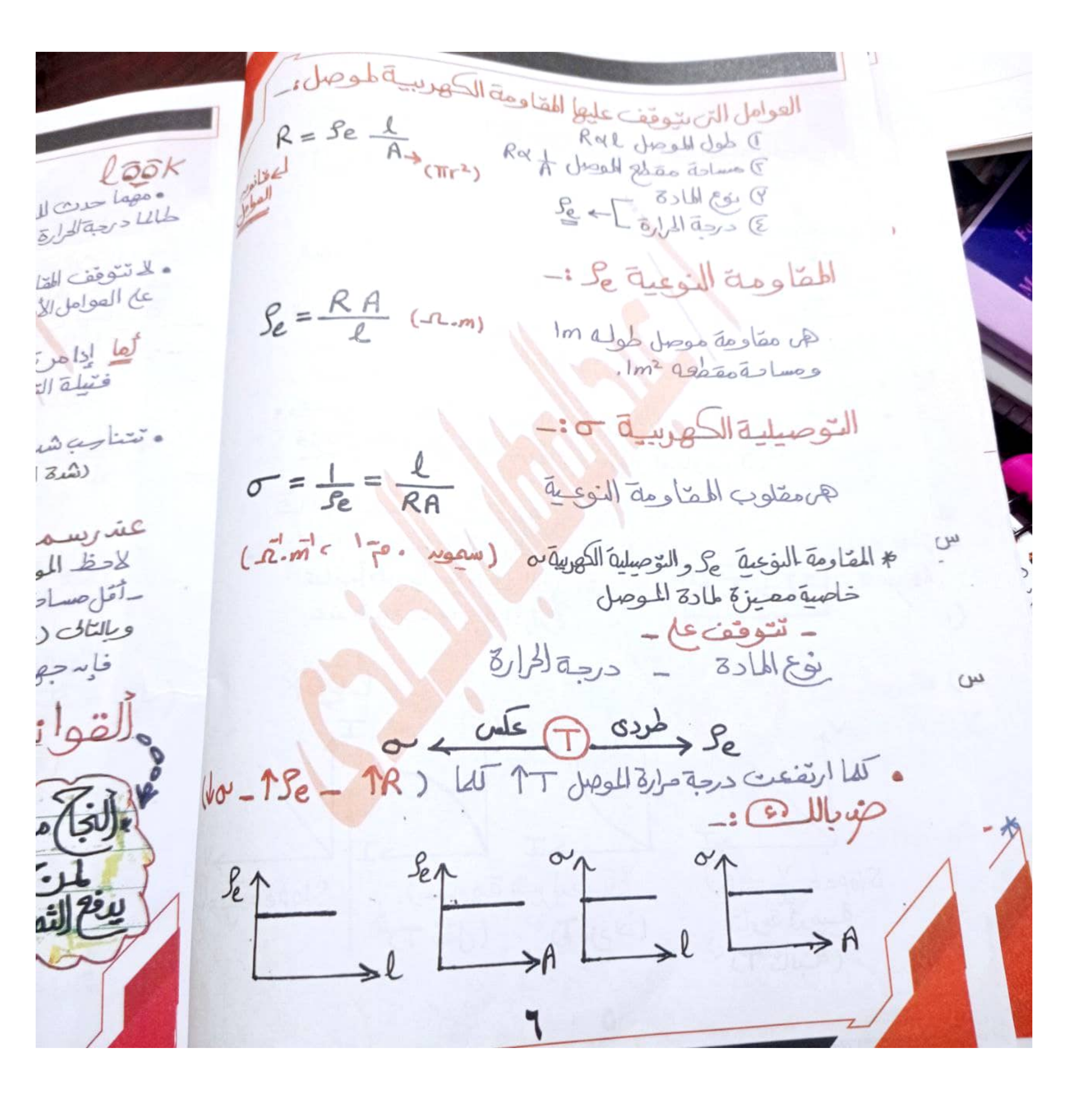
• وعند زيادة درجة الحرارة تزداد الحركة الاهتزازية للذرات فتزداد معاوقتها للالكترونات فتزداد المقاومة.

قانون أوم:-

تتناسب شدة التيار الكهربي المار في موصل تناسباً طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبوت درجة الحرارة.

$$V = I R$$

look



العوامل التي يتوقف عليها المقاومة الكهربية لموصل :-

$$R = \rho_e \frac{l}{A}$$

$A \rightarrow (\pi r^2)$

١) طول الموصل $R \propto l$

٢) مساحة مقطع الموصل $R \propto \frac{1}{A}$

٣) نوع المادة] $\rightarrow \rho_e$

٤) درجة الحرارة]

المقاومة النوعية ρ_e :-

$$\rho_e = \frac{RA}{l} \quad (\Omega.m)$$

هي مقاومة موصل طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$.

التوصيلية الكهربية σ :-

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{l}{RA}$$

هي مقلوب المقاومة النوعية

$(\Omega^{-1}.m^{-1}$ ، سيمنز / م$)$

* المقاومة النوعية ρ_e والتوصيلية الكهربية σ خاصية مميزة لمادة الموصل

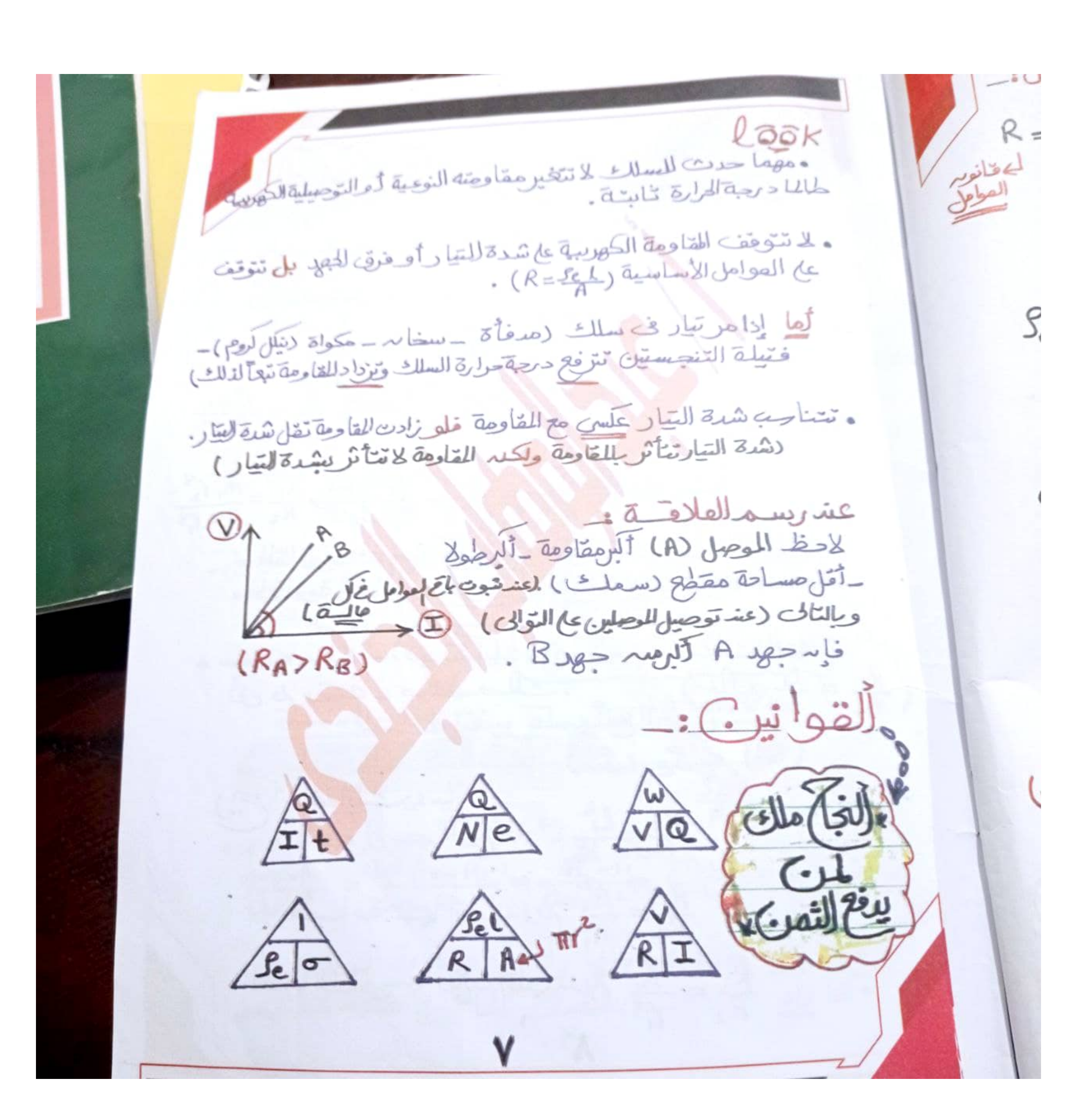
- تتوقف على -

نوع المادة - درجة الحرارة

$\sigma \xleftarrow{\text{عكس}} (T) \xrightarrow{\text{طردي}} \rho_e$

- كلما ارتفعت درجة حرارة الموصل $\uparrow T$ كلما $(\uparrow R - \uparrow \rho_e - \downarrow \sigma)$

ضع بالك :-



look

• مهما حدث للسلك لا تتغير مقاومته النوعية أو التوصيلية الكهربية طالما درجة الحرارة ثابتة .

• لا تتوقف المقاومة الكهربية على شدة التيار أو فرق الجهد بل تتوقف على العوامل الأساسية ($R = \frac{\rho_e L}{A}$) .

أما إذا مر تيار في سلك (مدفأة - سخان - مكواة (نيكل كروم) - فتيلة التنجستين) ترتفع درجة حرارة السلك وتزداد المقاومة تبعاً لذلك)

• تتناسب شدة التيار عكسياً مع المقاومة فلو زادت المقاومة تقل شدة التيار .
(شدة التيار تتأثر بالمقاومة ولكن المقاومة لا تتأثر بشدة التيار)

عند رسم العلاقة :-

لاحظ الموصل (A) أكبر مقاومة - أكبر طولا - أقل مساحة مقطع (سمك) (عند ثبوت باقي العوامل في كل حالة)
وبالتالي (عند توصيل الموصلين على التوالي) فإن جهد A أكبر من جهد B .

القوانين :-

التناسبات

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

• النسبة بين الأقطار = النسبة بين أنصاف الأقطار.

يعني لو القطر زاد للضعف هي نفسها نصف القطر زاد للضعف.

أما لو قال قطر الأول = نصف قطر الثاني ببساطة ← $(r_2 = 2r_1)$

$$R = \frac{\rho_e l}{A}$$

$$\rightarrow R = \frac{\rho_e l^2}{Vol} = \frac{\rho_e l^2 \rho}{m} \xrightarrow[\rho_e ، \rho \text{ ثابتة}]{\text{نفس المادة}} \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2 m_2}{l_2^2 m_1}$$

$$\rightarrow R = \frac{\rho_e Vol}{A^2} = \frac{\rho_e m}{A^2 \rho} \xrightarrow[\rho_e ، \rho \text{ ثابتة}]{\text{نفس المادة}} \frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 r_2^4}{m_2 r_1^4}$$

($A = \pi r^2$)

(Vol = A × l ، m = ρ × Vol)

• المقاومة تتناسب عكسياً مع الكتلة عند ثبوت الطول.

• المقاومة تتناسب طردياً مع الكتلة عند ثبوت المساحة.

• سحب سلك - أعيد تشكيله - تم شده - تم استطالته - ثُني على نفسه - ضغط سلك.

$$\left(\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2} \times \frac{A_2}{A_1}\right)$$

المساحة تتغير عكسياً مع الطول.

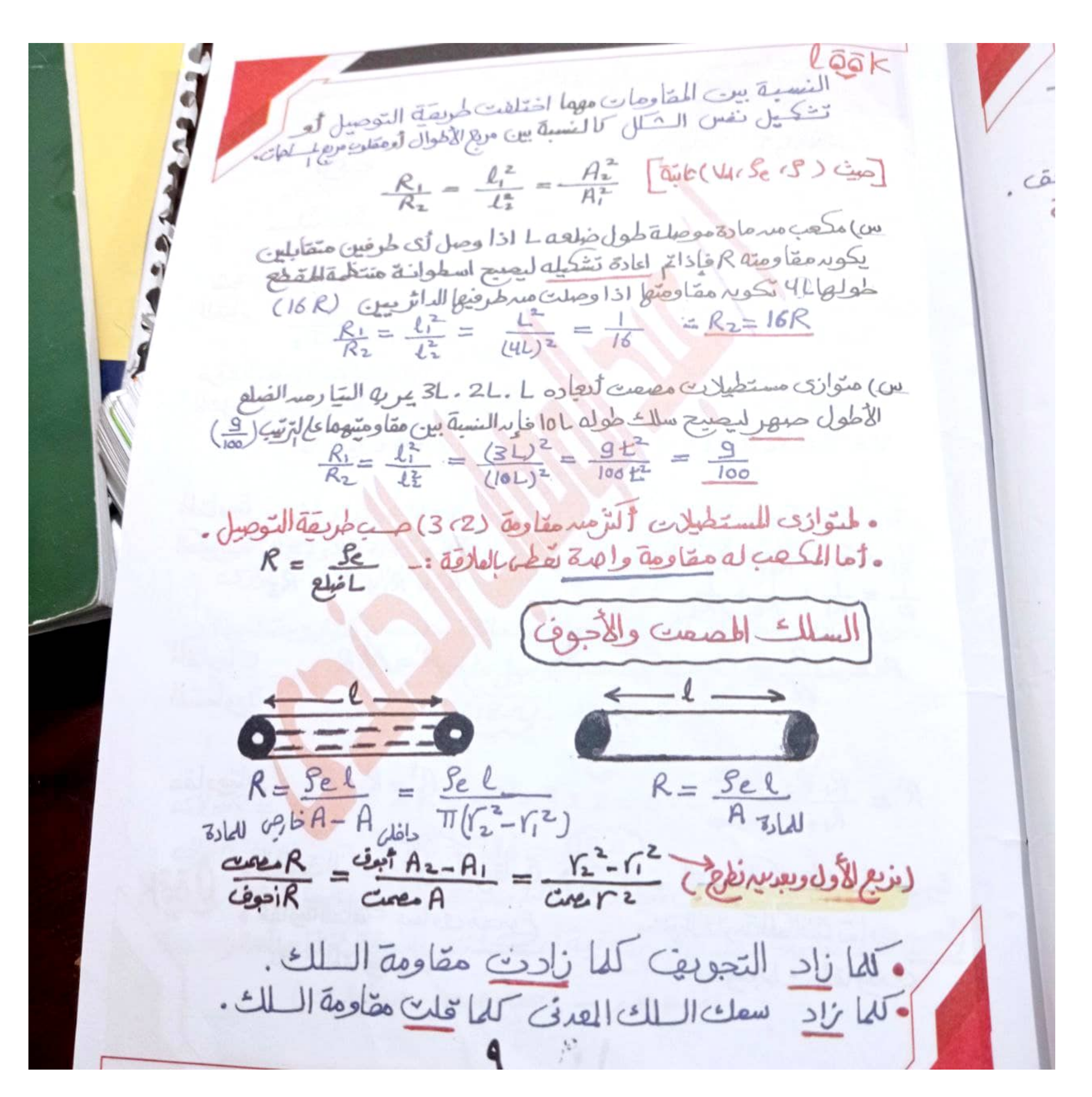
ثوابت بعد إعادة التشكيل $(Vol ، \rho_e ، \rho)$

ريح أعصابك :-

الطول ← ربع $\quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2}$

المساحة ← اقلب - ربع $\quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2^2}{A_1^2}$

نصف القطر ← ربع - اقلب - ربع $\quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{r_2^4}{r_1^4}$



هام

النسبة بين المقاومات مهما اختلفت طريقة التوصيل أو تشكيل نفس الشكل كالنسبة بين مربع الأطوال أو مقلوب مربع المساحات

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} = \frac{A_2^2}{A_1^2}$$

[حيث (V_{ol} ، ρ_e ، ρ) ثابتة]

س) مكعب من مادة موصلة طول ضلعه L اذا وصل أى طرفين متقابلين يكون مقاومته R فإذا تم اعادة تشكيله ليصبح اسطوانة منتظمة المقطع طولها 4L تكون مقاومتها اذا وصلت من طرفيها الدائريين (16 R)

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} = \frac{L^2}{(4L)^2} = \frac{1}{16} \quad \therefore R_2 = 16R$$

س) متوازى مستطيلات مصمت أبعاده L ، 2L ، 3L يمر به التيار من الضلع الأطول صهر ليصبح سلك طوله 10L فإن النسبة بين مقاومتيهما على الترتيب ($\frac{9}{100}$)

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} = \frac{(3L)^2}{(10L)^2} = \frac{9L^2}{100L^2} = \frac{9}{100}$$

• لمتوازى المستطيلات أكثر من مقاومة (2 ، 3) حسب طريقة التوصيل.

• أما المكعب له مقاومة واحدة فقط بالعلاقة :- $R = \frac{\rho_e}{L_{ضلع}}$

السلك المصمت والأجوف

$$R = \frac{\rho_e l}{A_{خارجي} - A_{داخلي}} = \frac{\rho_e l}{\pi(r_2^2 - r_1^2)} \quad \text{للمادة}$$

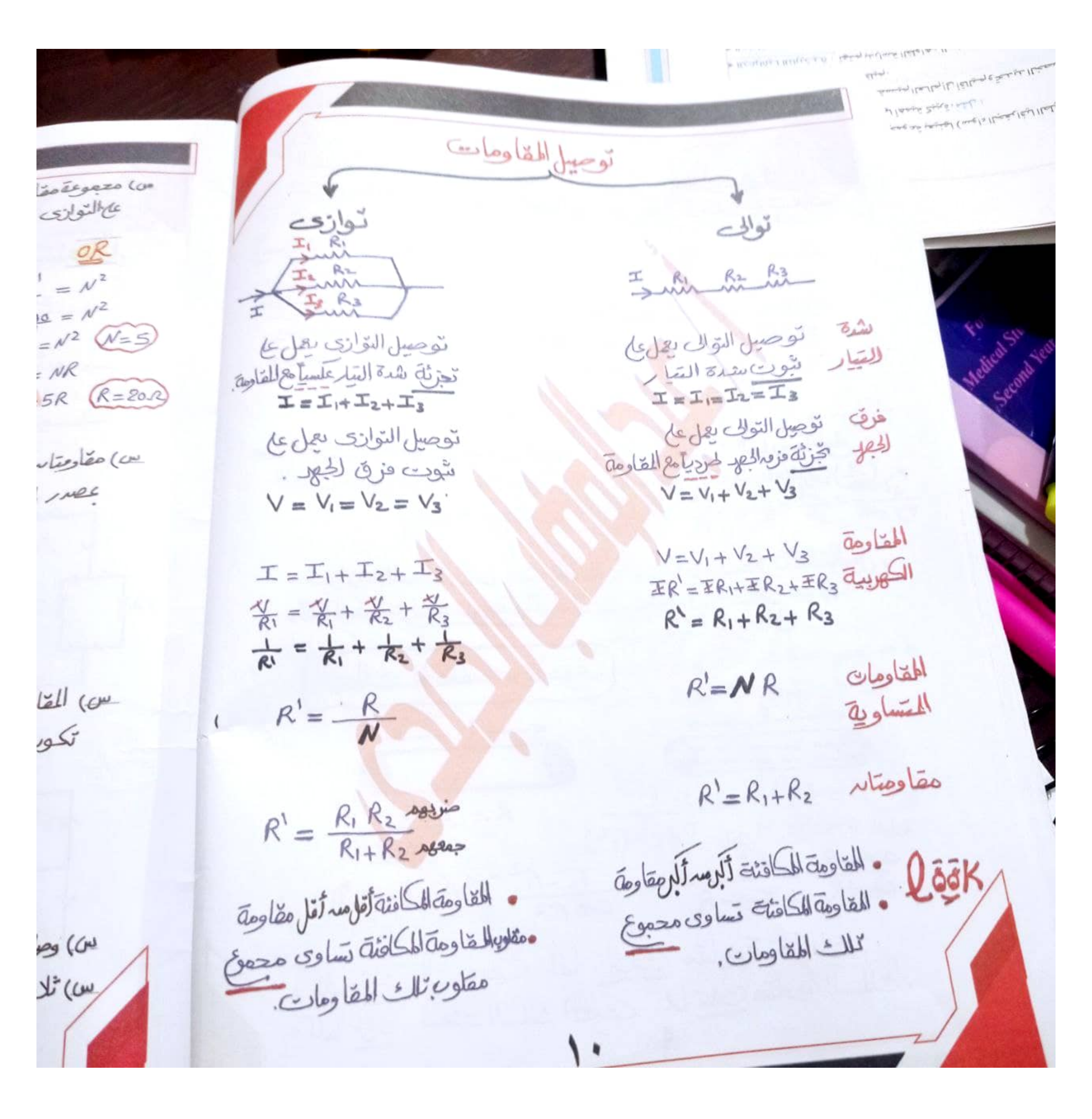
$$R = \frac{\rho_e l}{A_{للمادة}}$$

$$\frac{R_{مصمت}}{R_{أجوف}} = \frac{(A_2 - A_1)_{أجوف}}{A_{مصمت}} = \frac{r_2^2 - r_1^2}{r^2_{مصمت}}$$

(نربع الأول وبعدين نطرح)

• كلما زاد التجويف كلما زادت مقاومة السلك.

• كلما زاد سمك السلك المعدنى كلما قلت مقاومة السلك.



توصيل المقاومات

توالي

شدة التيار

توصيل التوالي يعمل على ثبوت شدة التيار

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

فرق الجهد

توصيل التوالي يعمل على تجزئة فرق الجهد طردياً مع المقاومة

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

المقاومة الكهربية

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$IR' = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$R' = R_1 + R_2 + R_3$$

المقاومات المتساوية

$$R' = NR$$

مقاومتان

$$R' = R_1 + R_2$$

look

- المقاومة المكافئة أكبر من أكبر مقاومة
- المقاومة المكافئة تساوي مجموع تلك المقاومات.

توازي

توصيل التوازي يعمل على تجزئة شدة التيار عكسياً مع المقاومة

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

توصيل التوازي يعمل على ثبوت فرق الجهد.

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

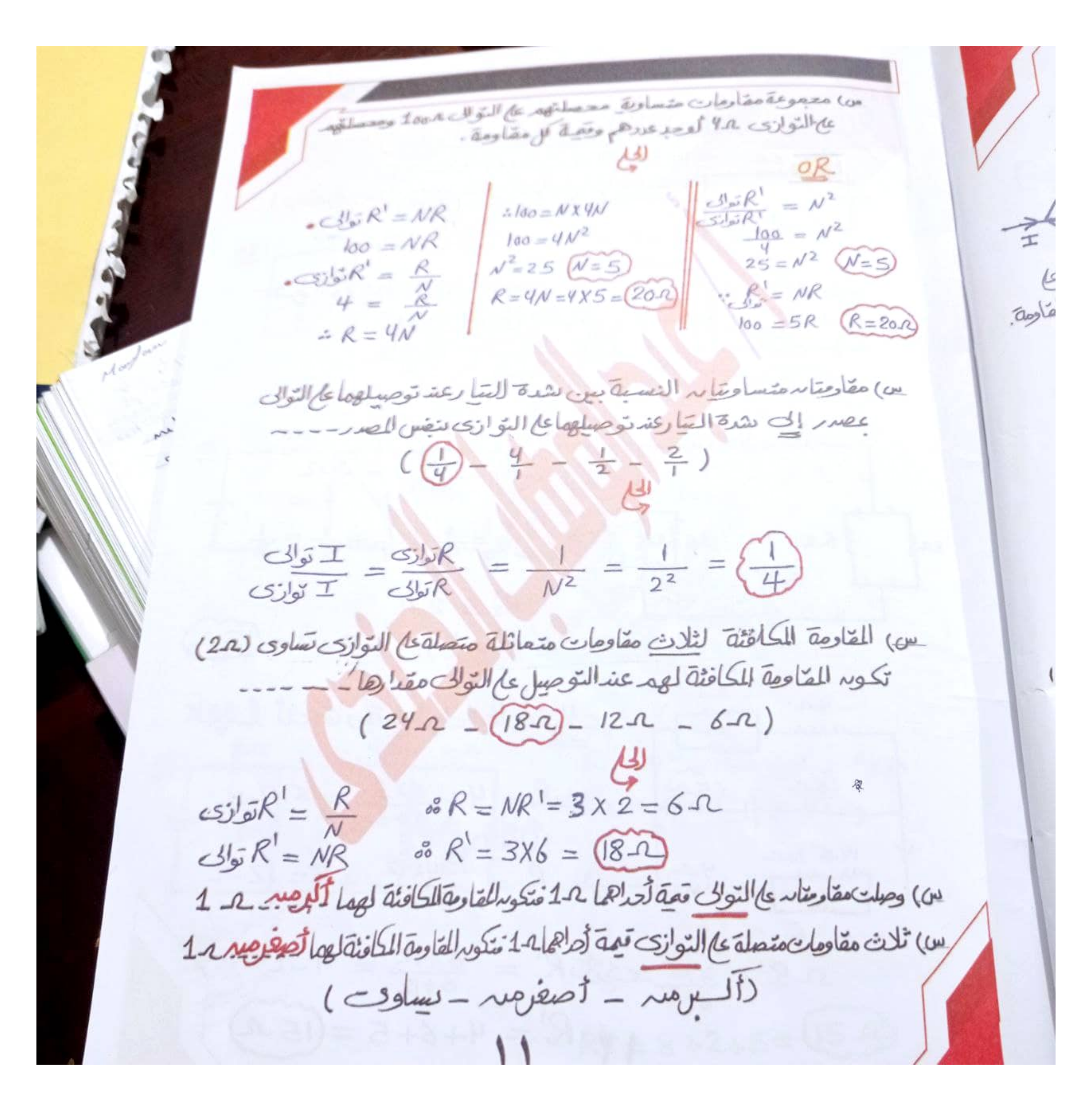
$$\frac{V}{R'} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R' = \frac{R}{N}$$

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$ (ضربهم / جمعهم)

- المقاومة المكافئة أقل من أقل مقاومة
- مقلوب المقاومة المكافئة تساوي مجموع مقلوب تلك المقاومات.



س) مجموعة مقاومات متساوية محصلتهم على التوالي 100Ω ومحصلتهم على التوازي 4Ω أوجد عددهم وقيمة كل مقاومة.

الحل

$R'_{توالي} = NR$

$100 = NR$

$R'_{توازي} = \frac{R}{N}$

$4 = \frac{R}{N}$

$\therefore R = 4N$

$\therefore 100 = N \times 4N$

$100 = 4N^2$

$N^2 = 25$ $\quad N = 5$

$R = 4N = 4 \times 5 = 20\Omega$

OR

$\frac{R'_{توالي}}{R'_{توازي}} = N^2$

$\frac{100}{4} = N^2$

$25 = N^2$ $\quad N = 5$

$\therefore R'_{توالي} = NR$

$100 = 5R$ $\quad R = 20\Omega$

س) مقاومتان متساويتان النسبة بين شدة التيار عند توصيلهما على التوالي بمصدر إلى شدة التيار عند توصيلهما على التوازي بنفس المصدر ---------

($\frac{1}{4}$ - $\frac{4}{1}$ - $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{1}$)

الحل

$$\frac{I_{توالي}}{I_{توازي}} = \frac{R_{توازي}}{R_{توالي}} = \frac{1}{N^2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$$

س) المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات متماثلة متصلة على التوازي تساوي (2Ω) تكون المقاومة المكافئة لهم عند التوصيل على التوالي مقدارها ---------

(24Ω - 18Ω - 12Ω - 6Ω)

الحل

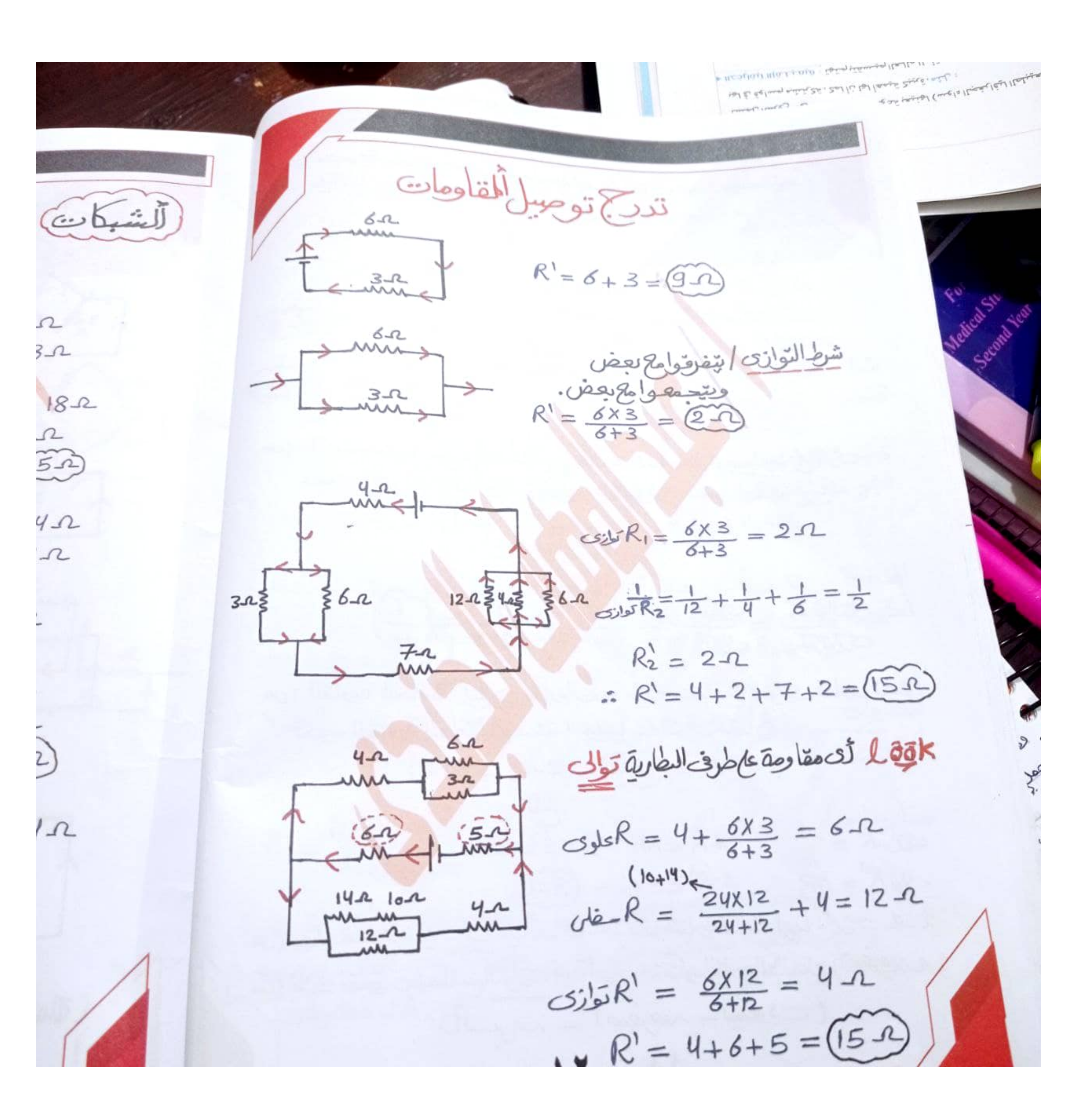
$R'_{توازي} = \frac{R}{N}$ $\quad \therefore R = NR' = 3 \times 2 = 6\Omega$

$R'_{توالي} = NR$ $\quad \therefore R' = 3 \times 6 = 18\Omega$

س) وصلت مقاومتان على التوالي قيمة أحدهما 1Ω فتكون المقاومة المكافئة لهما **أكبر من** 1Ω

س) ثلاث مقاومات متصلة على التوازي قيمة أحدهما 1Ω فتكون المقاومة المكافئة لهما **أصغر من** 1Ω

(أكبر من - أصغر من - يساوي)



تدرج توصيل المقاومات

$R' = 6 + 3 = 9\,\Omega$

شرط التوازى / يتفرقوا مع بعض ويتجمعوا مع بعض.

$R' = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2\,\Omega$

توازى $R_1 = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2\,\Omega$

توازى $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$

$R_2' = 2\,\Omega$

$\therefore R' = 4 + 2 + 7 + 2 = 15\,\Omega$

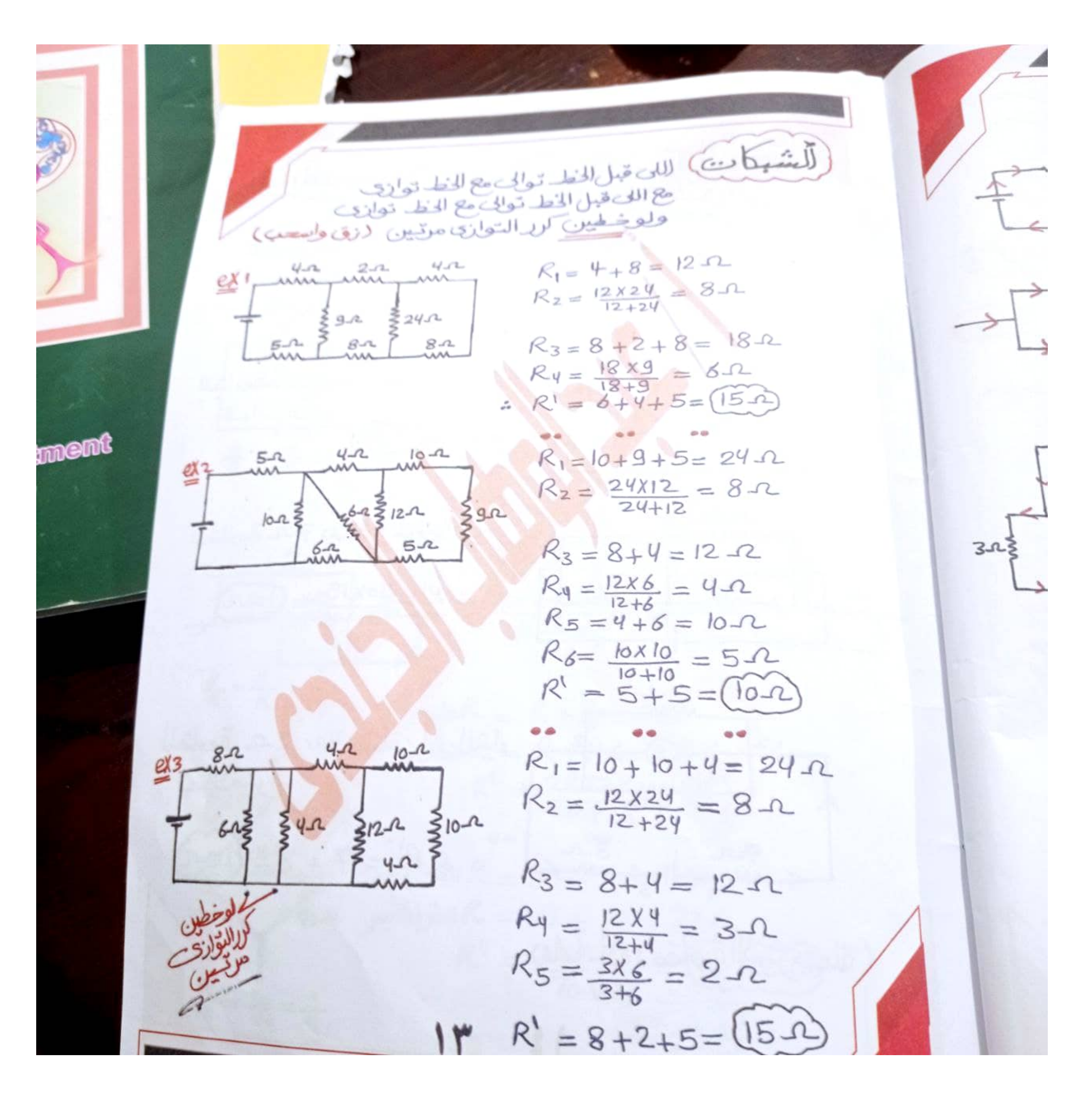
look أى مقاومة على طرفى البطارية توالى

علوى $R = 4 + \frac{6 \times 3}{6+3} = 6\,\Omega$

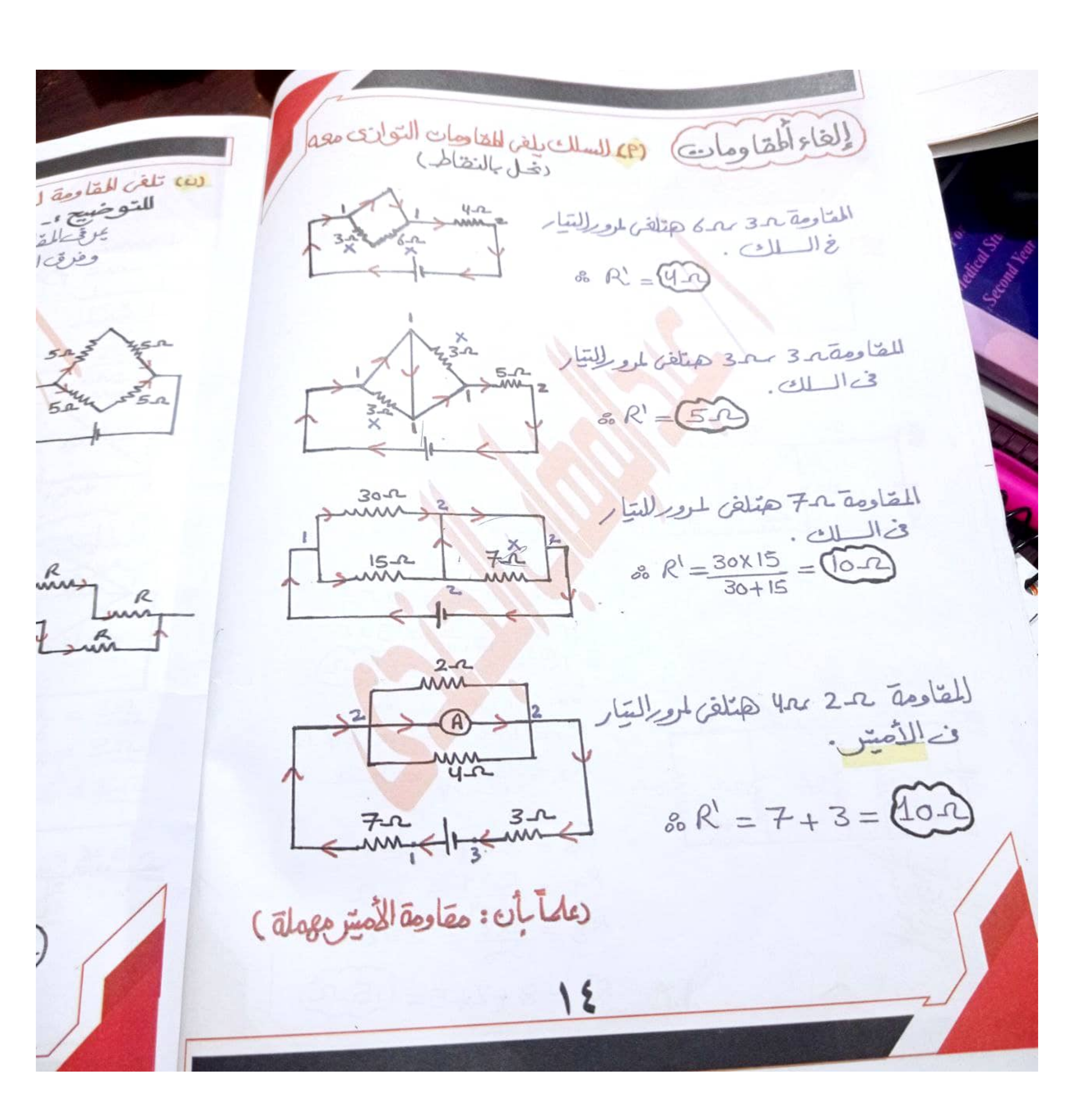
سفلى $R = \frac{24 \times 12}{24+12} + 4 = 12\,\Omega$ (10+14)

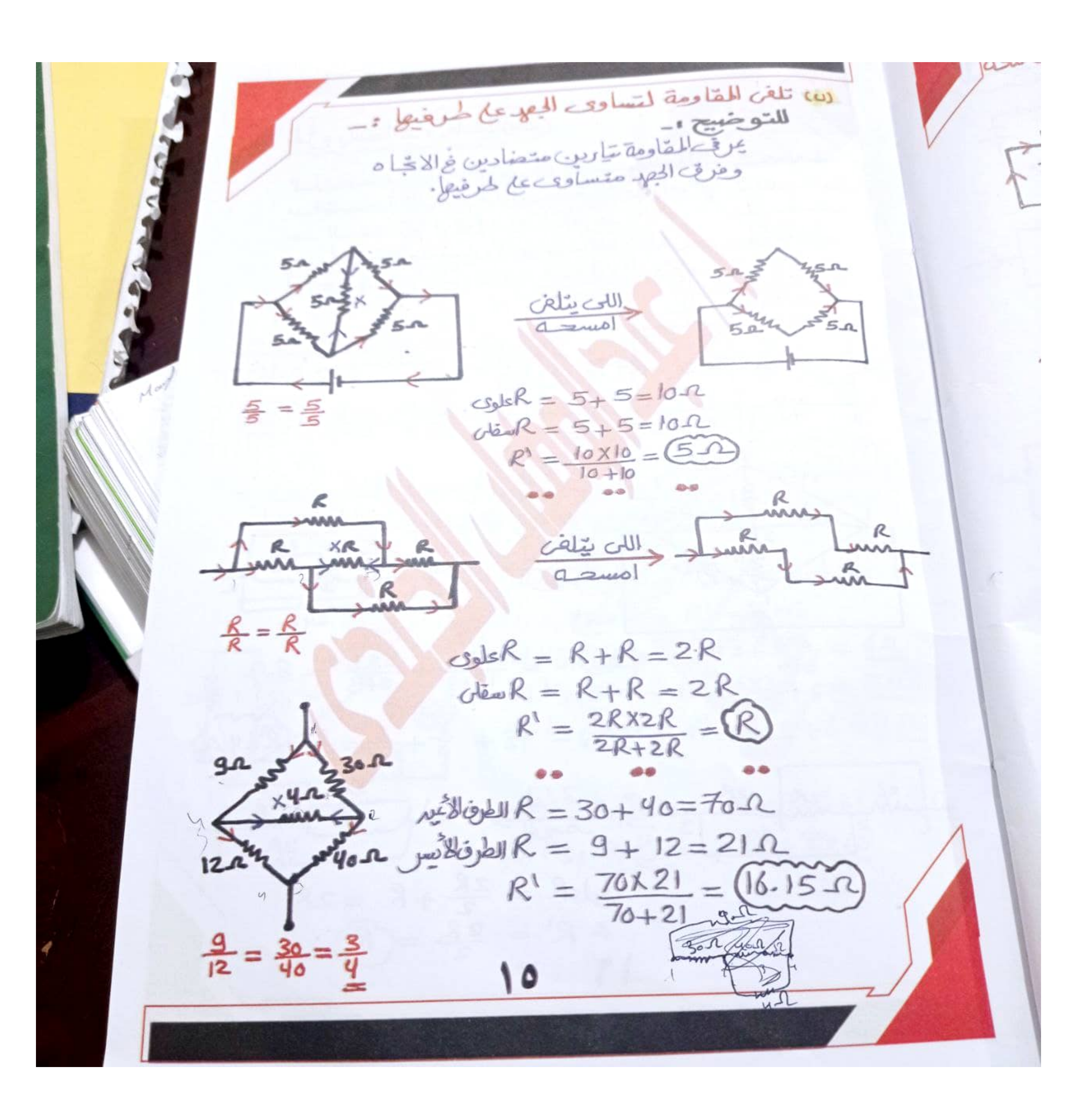
توازى $R' = \frac{6 \times 12}{6+12} = 4\,\Omega$

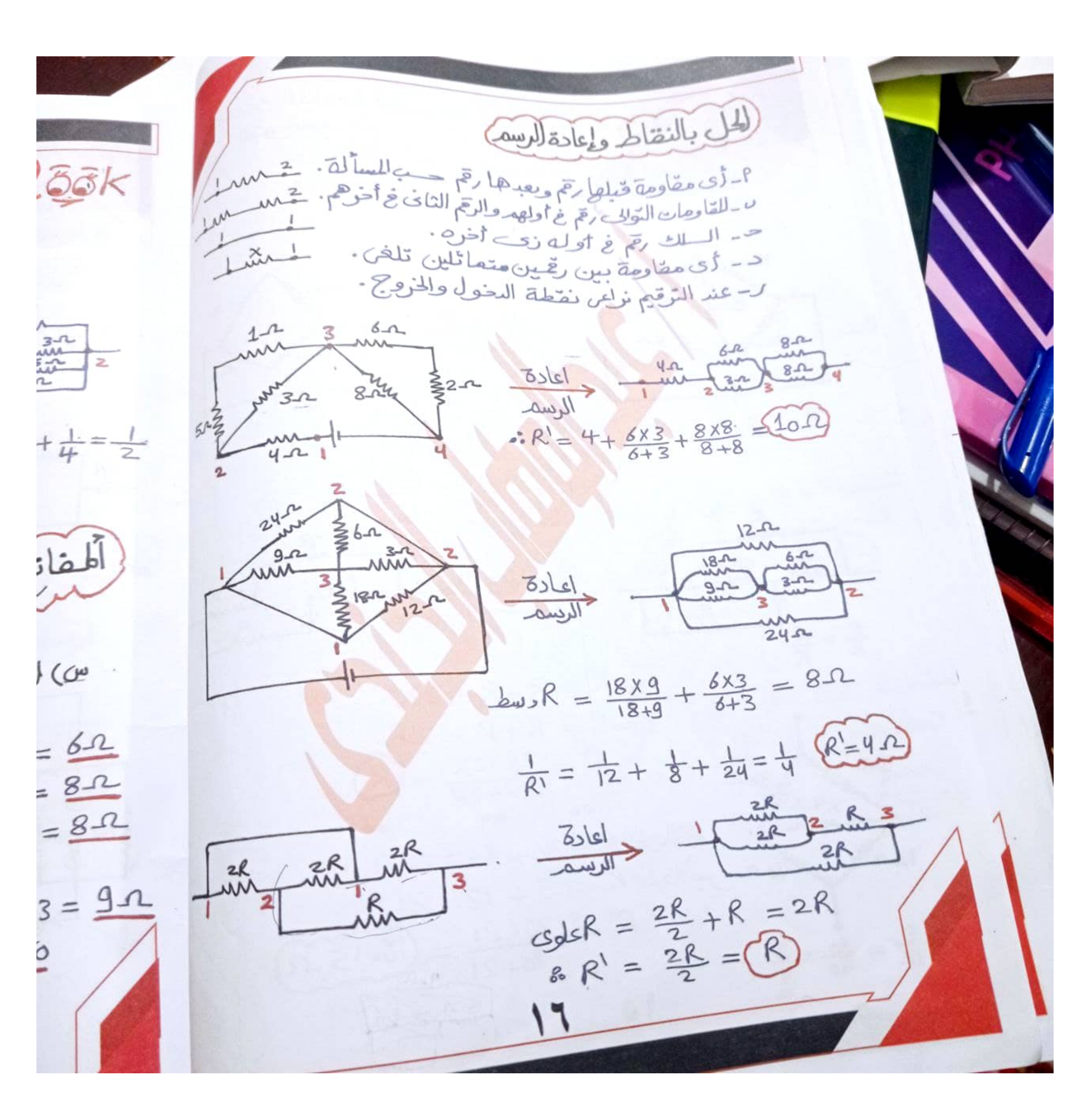
$R' = 4 + 6 + 5 = 15\,\Omega$



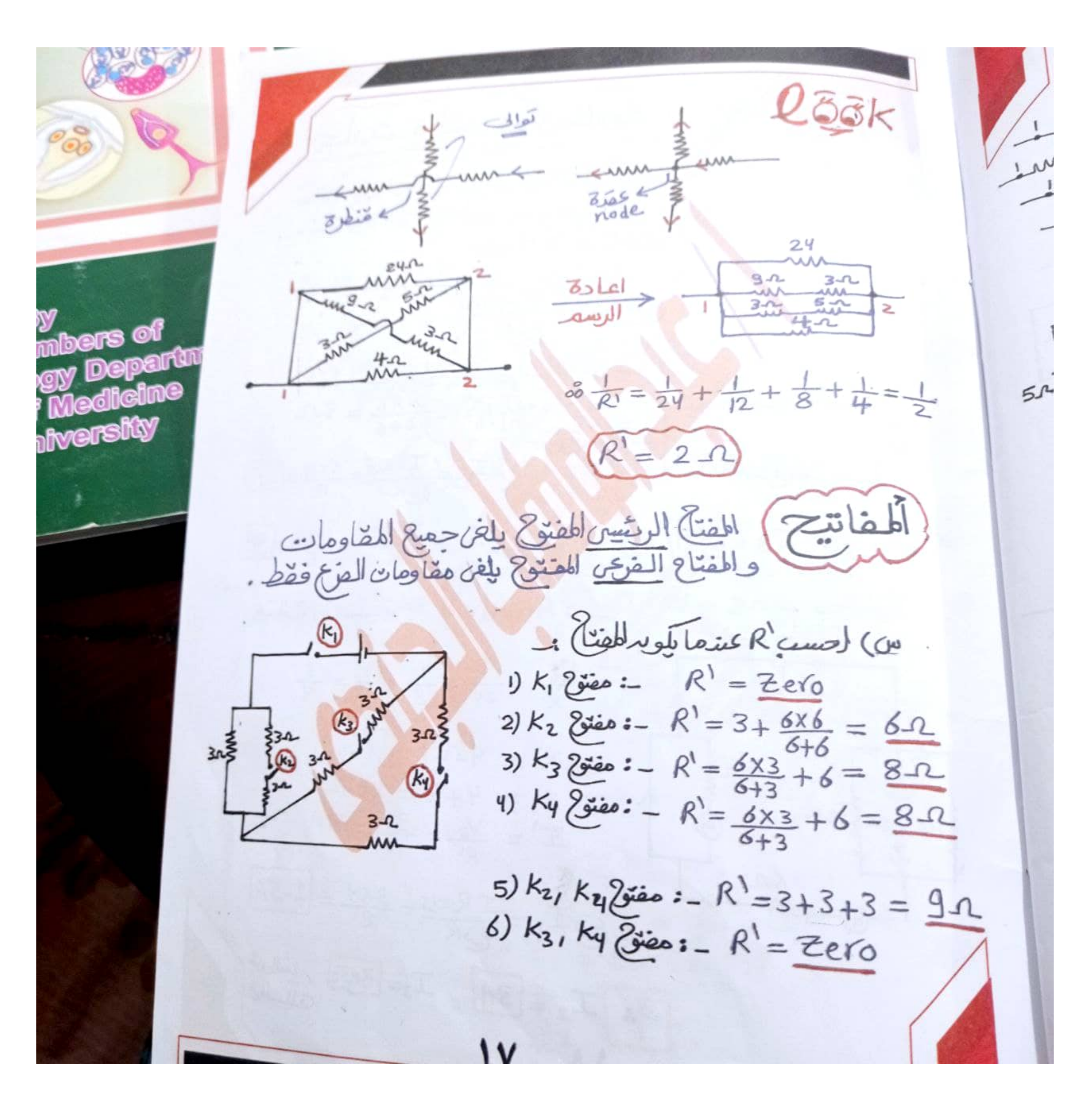
الشبكات
للى قبل الخط توالى مع الخط توازى
مع اللى قبل الخط توالى مع الخط توازى
ولو خطين كرر التوازى مرتين (زق واسحب)
ex1
4Ω 2Ω 4Ω
9Ω 24Ω
5Ω 8Ω 8Ω
$R_1 = 4+8 = 12\,\Omega$
$R_2 = \frac{12\times 24}{12+24} = 8\,\Omega$
$R_3 = 8+2+8 = 18\,\Omega$
$R_4 = \frac{18\times 9}{18+9} = 6\,\Omega$
$\therefore R' = 6+4+5 = 15\,\Omega$
ex2
5Ω 4Ω 10Ω
10Ω 6Ω 12Ω 9Ω
6Ω 5Ω
$R_1 = 10+9+5 = 24\,\Omega$
$R_2 = \frac{24\times 12}{24+12} = 8\,\Omega$
$R_3 = 8+4 = 12\,\Omega$
$R_4 = \frac{12\times 6}{12+6} = 4\,\Omega$
$R_5 = 4+6 = 10\,\Omega$
$R_6 = \frac{10\times 10}{10+10} = 5\,\Omega$
$R' = 5+5 = 10\,\Omega$
ex3
8Ω 4Ω 10Ω
6Ω 4Ω 12Ω 10Ω
4Ω
لو خطين كرر التوازى مرتين
$R_1 = 10+10+4 = 24\,\Omega$
$R_2 = \frac{12\times 24}{12+24} = 8\,\Omega$
$R_3 = 8+4 = 12\,\Omega$
$R_4 = \frac{12\times 4}{12+4} = 3\,\Omega$
$R_5 = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\,\Omega$
$R' = 8+2+5 = 15\,\Omega$
١٣


إلغاء المقاومات
السلك يلغي المقاومات التوازي معه
(نحل بالنقاط)
المقاومة 3Ω، 6Ω هتلغى لمرور التيار في السلك.
∴ R' = 4Ω
المقاومة 3Ω، 3Ω هتلغى لمرور التيار في السلك.
∴ R' = 5Ω
المقاومة 7Ω هتلغى لمرور التيار في السلك.
∴ R' = (30×15)/(30+15) = 10Ω
المقاومة 2Ω، 4Ω هتلغى لمرور التيار في الأميتر.
∴ R' = 7 + 3 = 10Ω
(علماً بأن: مقاومة الأميتر مهملة)
١٤


(ن) تلف المقاومة لتساوى الجهد على طرفيها :-
للتوضيح :-
يمر في المقاومة تيارين متضادين في الاتجاه
وفرق الجهد متساوي على طرفيها.
اللى يتلف
امسحه
علوى R = 5 + 5 = 10 Ω
سفلى R = 5 + 5 = 10 Ω
R' = 10 X 10 / 10 + 10 = 5 Ω
علوى R = R + R = 2R
سفلى R = R + R = 2R
R' = 2R X 2R / 2R + 2R = R
الطرف الأيمن R = 30 + 40 = 70 Ω
الطرف الأيسر R = 9 + 12 = 21 Ω
R' = 70 X 21 / 70 + 21 = 16.15 Ω
9/12 = 30/40 = 3/4



الحل بالنقاط وإعادة الرسم
أ- أى مقاومة قبلها رقم وبعدها رقم حسب المسألة.
ب- للمقاومات التوالى رقم فى أولهم والرقم الثانى فى آخرهم.
حـ- السلك رقم فى أوله زى آخره.
د- أى مقاومة بين رقمين متماثلين تلغى.
ر- عند الترقيم نراعى نقطة الدخول والخروج.
1Ω 6Ω 3Ω 8Ω 2Ω 5Ω 4Ω
إعادة الرسم
∴ R' = 4 + (6×3)/(6+3) + (8×8)/(8+8) = 10Ω
24Ω 6Ω 9Ω 3Ω 18Ω 12Ω
إعادة الرسم
R وسط = (18×9)/(18+9) + (6×3)/(6+3) = 8Ω
1/R' = 1/12 + 1/8 + 1/24 = 1/4
R' = 4Ω
2R 2R 2R R
إعادة الرسم
R علوى = 2R/2 + R = 2R
∴ R' = 2R/2 = R
١٦


look
توالي
قنطرة
عقدة
node
24Ω
9Ω
5Ω
3Ω
3Ω
4Ω
1
2
إعادة
الرسم
24
9Ω 3Ω
3Ω 5Ω
4Ω
$\therefore \frac{1}{R'} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$
$R' = 2\,\Omega$
المفاتيح
المفتاح الرئيسي المفتوح يلغي جميع المقاومات
والمفتاح الفرعي المفتوح يلغي مقاومات الفرع فقط.
س) احسب R' عندما يكون المفتاح :
1) K_1 مفتوح :- $R' = Zero$
2) K_2 مفتوح :- $R' = 3 + \frac{6\times6}{6+6} = 6\,\Omega$
3) K_3 مفتوح :- $R' = \frac{6\times3}{6+3} + 6 = 8\,\Omega$
4) K_4 مفتوح :- $R' = \frac{6\times3}{6+3} + 6 = 8\,\Omega$
5) K_2, K_4 مفتوح :- $R' = 3+3+3 = 9\,\Omega$
6) K_3, K_4 مفتوح :- $R' = Zero$
١٧

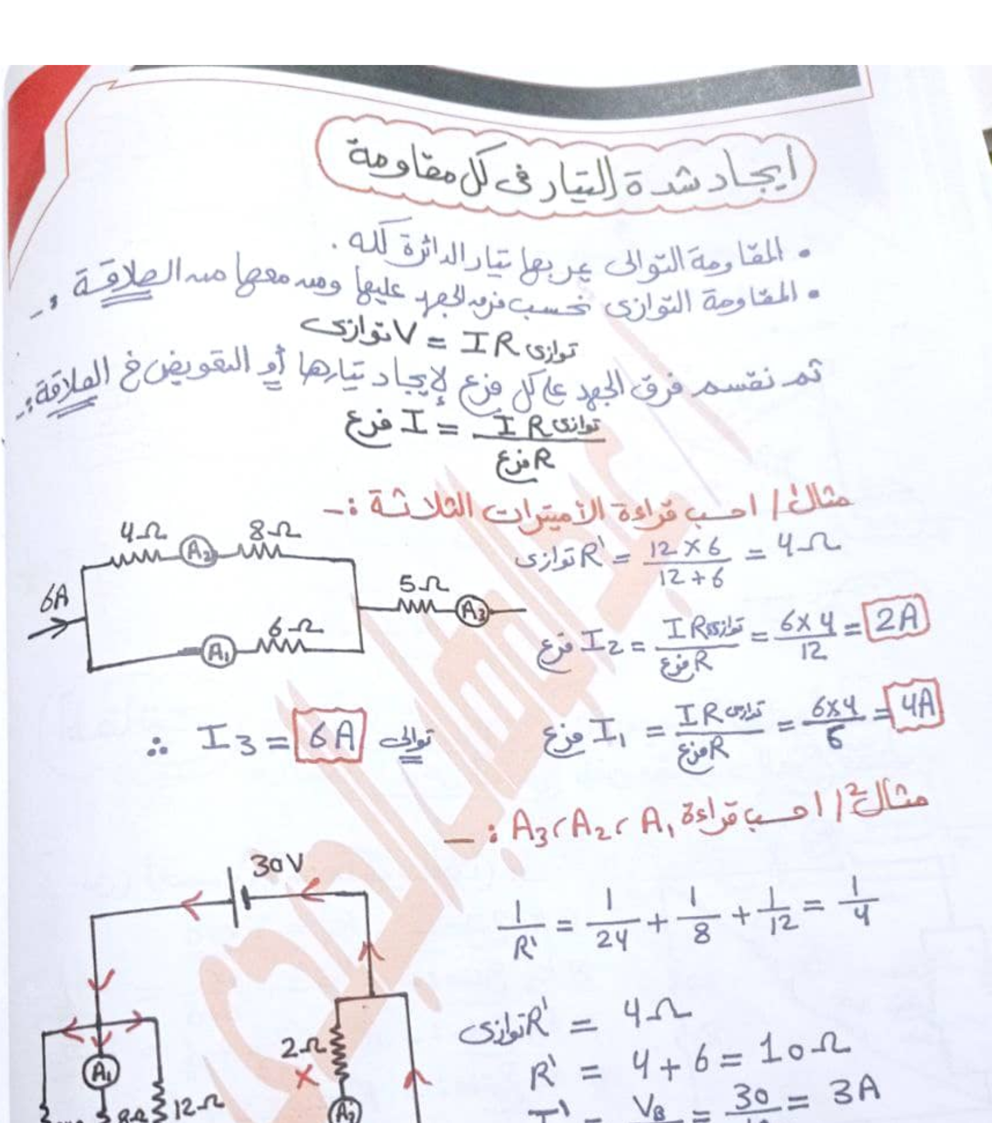
إيجاد شدة التيار في كل مقاومة

- المقاومة التوالي يمر بها تيار الدائرة كله.
- المقاومة التوازي نحسب فرق الجهد عليها ومن معها من العلاقة :-

$$V_{\text{توازي}} = I R_{\text{توازي}}$$

ثم نقسم فرق الجهد على كل فرع لإيجاد تيارها أو التعويض في العلاقة :-

$$I_{\text{فرع}} = \frac{I R_{\text{توازي}}}{R_{\text{فرع}}}$$



مثال ١/ احسب قراءة الأميترات الثلاثة :-

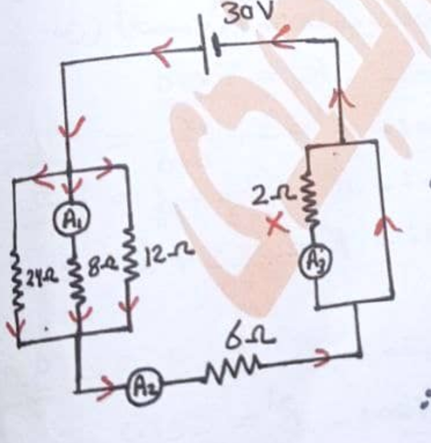
$$R'_{\text{توازي}} = \frac{12 \times 6}{12+6} = 4\Omega$$

$$I_{2\,\text{فرع}} = \frac{I R_{\text{توازي}}}{R_{\text{فرع}}} = \frac{6 \times 4}{12} = \boxed{2A}$$

$$I_{1\,\text{فرع}} = \frac{I R_{\text{توازي}}}{R_{\text{فرع}}} = \frac{6 \times 4}{6} = \boxed{4A}$$

$\therefore I_3 = \boxed{6A}$ توالي

مثال ٢/ احسب قراءة A_1، A_2، A_3 :-



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{24} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12} = \frac{1}{4}$$

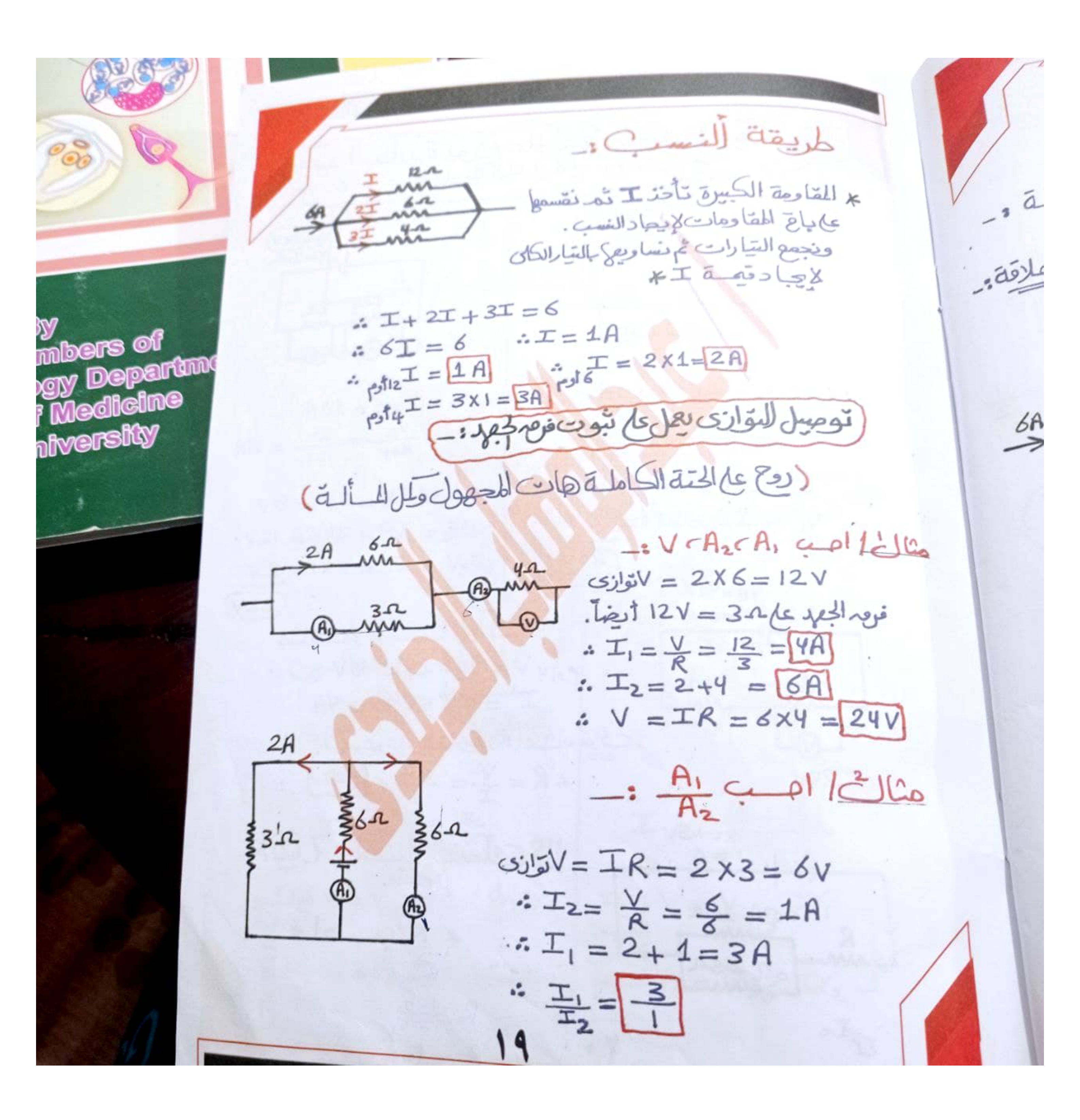
$$R'_{\text{توازي}} = 4\Omega$$

$$R' = 4 + 6 = 10\Omega$$

$$I' = \frac{V_B}{R'} = \frac{30}{10} = 3A$$

$$\therefore I_{1\,\text{فرع}} = \frac{I R_{\text{توازي}}}{R_{\text{فرع}}} = \frac{3 \times 4}{8} = \boxed{1.5A}$$

$\therefore I_2 = \boxed{3A}$ $\quad I_3 = \boxed{Zero}$ لمرور التيار في السلك



طريقة النسب :-

* المقاومة الكبيرة تأخذ I ثم نقسمها على باقي المقاومات لإيجاد النسب.
ونجمع التيارات ثم نساويها بالتيار الكلي لإيجاد قيمة I *

$\therefore I + 2I + 3I = 6$

$\therefore 6I = 6 \qquad \therefore I = 1A$

$\therefore I_{\text{12 أوم}} = \boxed{1A} \qquad \therefore I_{\text{6 أوم}} = 2\times1 = \boxed{2A}$

$\therefore I_{\text{4 أوم}} = 3\times1 = \boxed{3A}$

توصيل التوازي يعمل على ثبوت فرق الجهد :-

(روح على الحتة الكاملة هات المجهول وكمل المسألة)

مثال 1/ احسب A_1 ، A_2 ، V :-

$V_{\text{توازي}} = 2\times6 = 12V$

فرق الجهد على 3Ω = $12V$ أيضاً.

$\therefore I_1 = \frac{V}{R} = \frac{12}{3} = \boxed{4A}$

$\therefore I_2 = 2+4 = \boxed{6A}$

$\therefore V = IR = 6\times4 = \boxed{24V}$

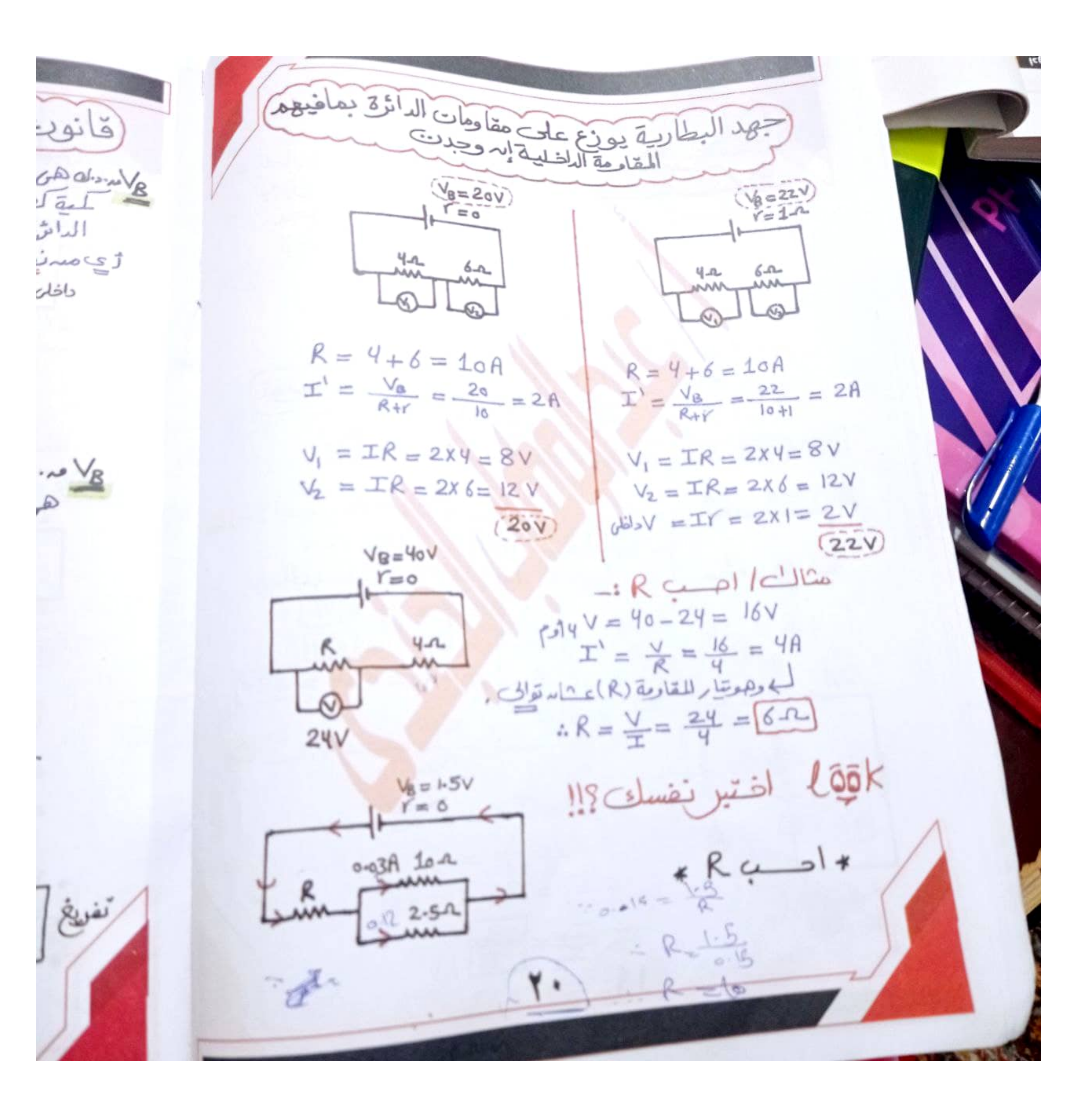
مثال 2/ احسب $\frac{A_1}{A_2}$:-

$V_{\text{توازي}} = IR = 2\times3 = 6V$

$\therefore I_2 = \frac{V}{R} = \frac{6}{6} = 1A$

$\therefore I_1 = 2+1 = 3A$

$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \boxed{\frac{3}{1}}$



جهد البطارية يوزع على مقاومات الدائرة بمافيهم المقاومة الداخلية إن وجدت

$V_B = 20V$ ، $r = 0$ ، 4Ω ، 6Ω

$R = 4 + 6 = 10A$

$I' = \frac{V_B}{R + r} = \frac{20}{10} = 2A$

$V_1 = IR = 2 \times 4 = 8V$

$V_2 = IR = 2 \times 6 = 12V$

$20V$

$V_B = 22V$ ، $r = 1\Omega$ ، 4Ω ، 6Ω

$R = 4 + 6 = 10A$

$I' = \frac{V_B}{R + r} = \frac{22}{10 + 1} = 2A$

$V_1 = IR = 2 \times 4 = 8V$

$V_2 = IR = 2 \times 6 = 12V$

V داخلي $= Ir = 2 \times 1 = 2V$

$22V$

مثال / احسب R :-

$V_B = 40V$ ، $r = 0$ ، R ، 4Ω ، $24V$

V_{4} أوم $= 40 - 24 = 16V$

$I' = \frac{V}{R} = \frac{16}{4} = 4A$

← وهو تيار المقاومة (R) عشان توالي .

$\therefore R = \frac{V}{I} = \frac{24}{4} = 6\Omega$

look اختبر نفسك ؟!!

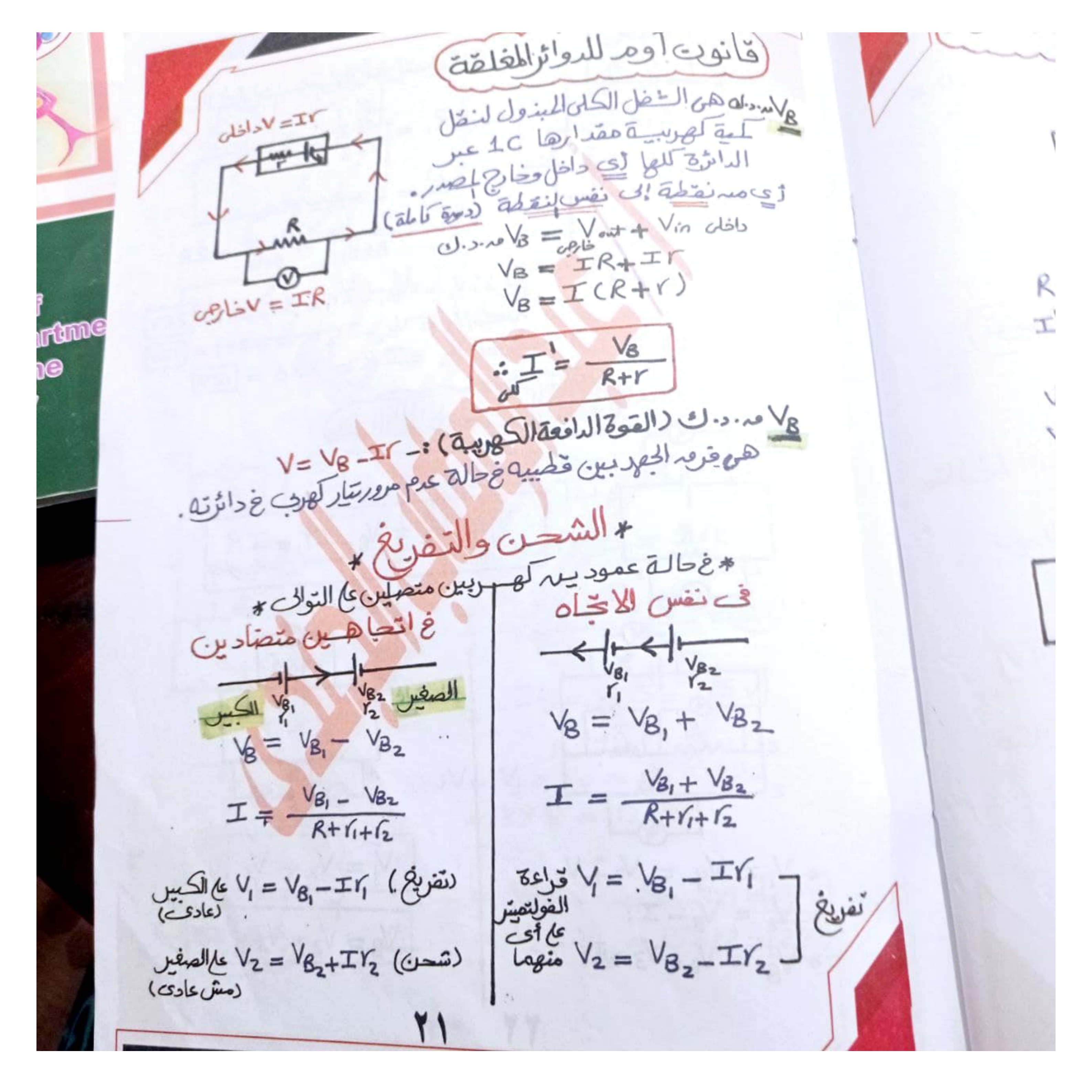
$V_B = 1.5V$ ، $r = 0$ ، $0.03A$ ، 10Ω ، R ، 0.12 ، 2.5Ω

* احسب R *

$0.15 = \frac{1.5}{R}$

$\therefore R = \frac{1.5}{0.15}$

$R = 10$



قانون أوم للدوائر المغلقة

V_B ق.د.ك هى الشغل الكلى المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها 1C عبر الدائرة كلها أى داخل وخارج المصدر. أى من نقطة إلى نفس النقطة (دورة كاملة)

$V_B = V_{out} + V_{in}$ (ق.د.ك = خارجى + داخلى)

$V_B = IR + Ir$

$V_B = I(R + r)$

$$\therefore I_{كلى} = \frac{V_B}{R + r}$$

V_B ق.د.ك (القوة الدافعة الكهربية): هو فرق الجهد بين قطبيه فى حالة عدم مرور تيار كهربى فى دائرته.

$V = V_B - Ir$

* الشحن والتفريغ

* فى حالة عمودين كهربيين متصلين على التوالى

فى نفس الاتجاه

V_{B_1}, r_1 — V_{B_2}, r_2

$V_B = V_{B_1} + V_{B_2}$

$$I = \frac{V_{B_1} + V_{B_2}}{R + r_1 + r_2}$$

تفريغ:

$V_1 = V_{B_1} - I r_1$

$V_2 = V_{B_2} - I r_2$

قراءة الفولتميتر على أى منهما

* فى اتجاهين متضادين

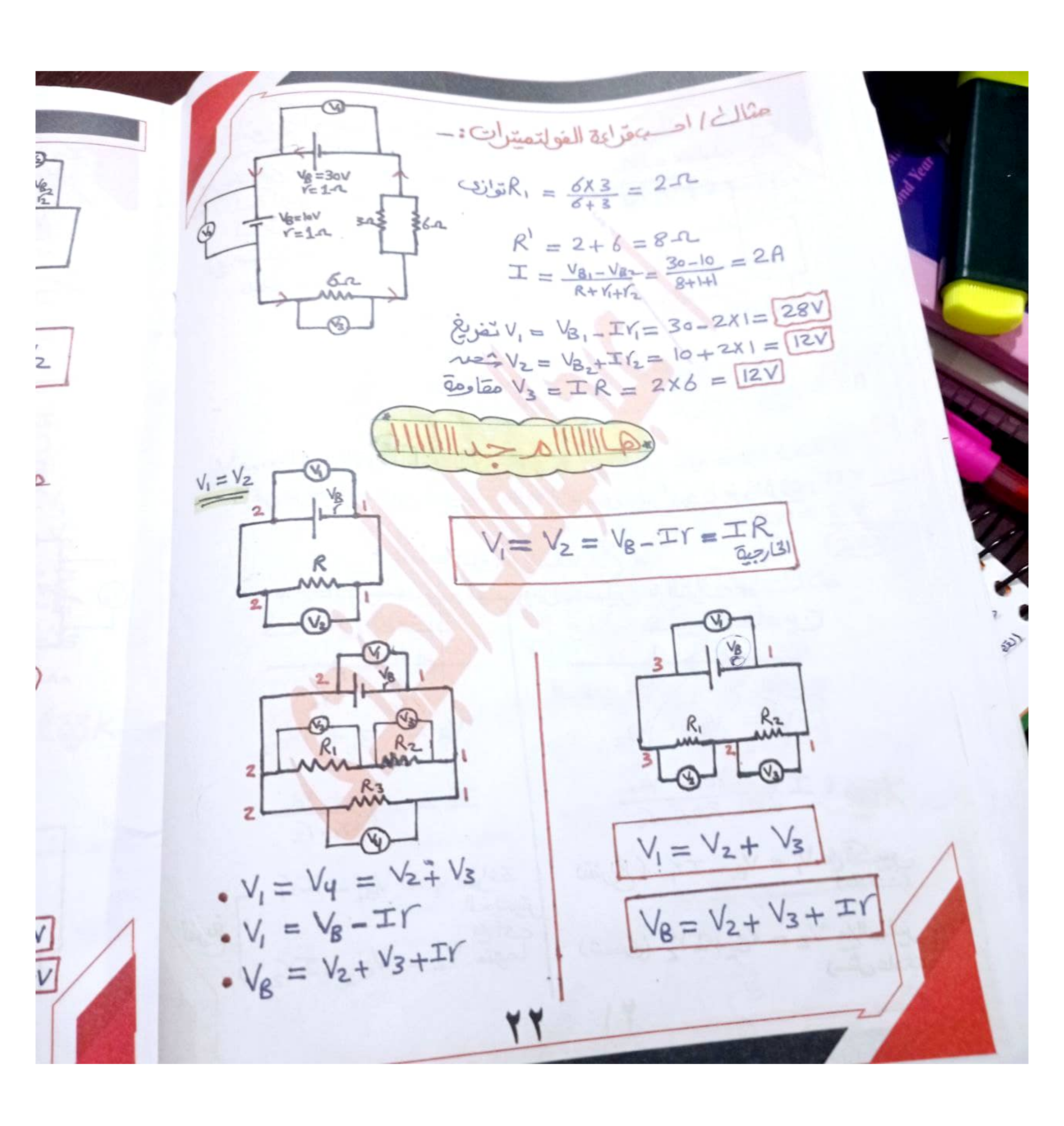
الكبير V_{B_1}, r_1 — الصغير V_{B_2}, r_2

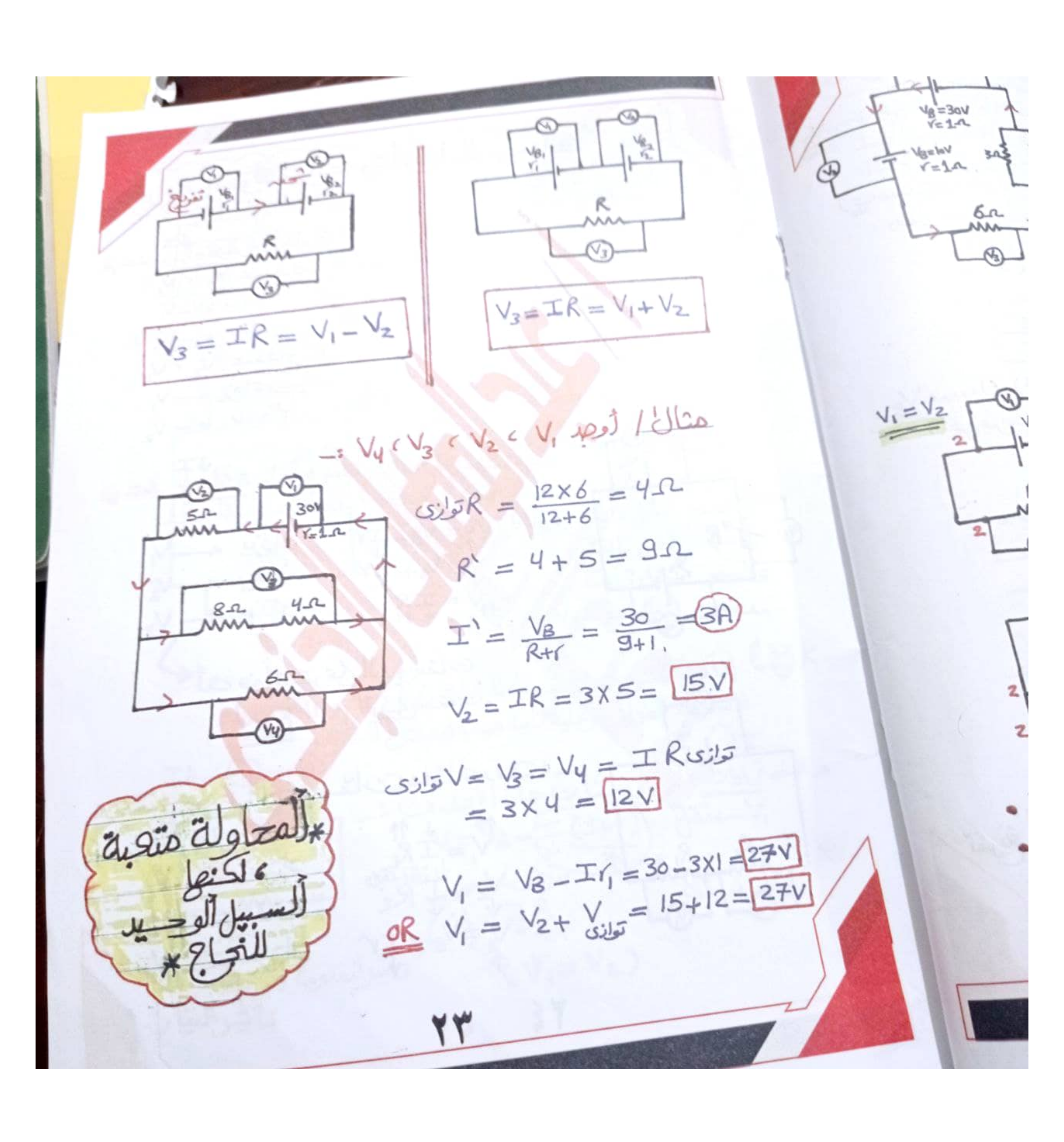
$V_B = V_{B_1} - V_{B_2}$

$$I = \frac{V_{B_1} - V_{B_2}}{R + r_1 + r_2}$$

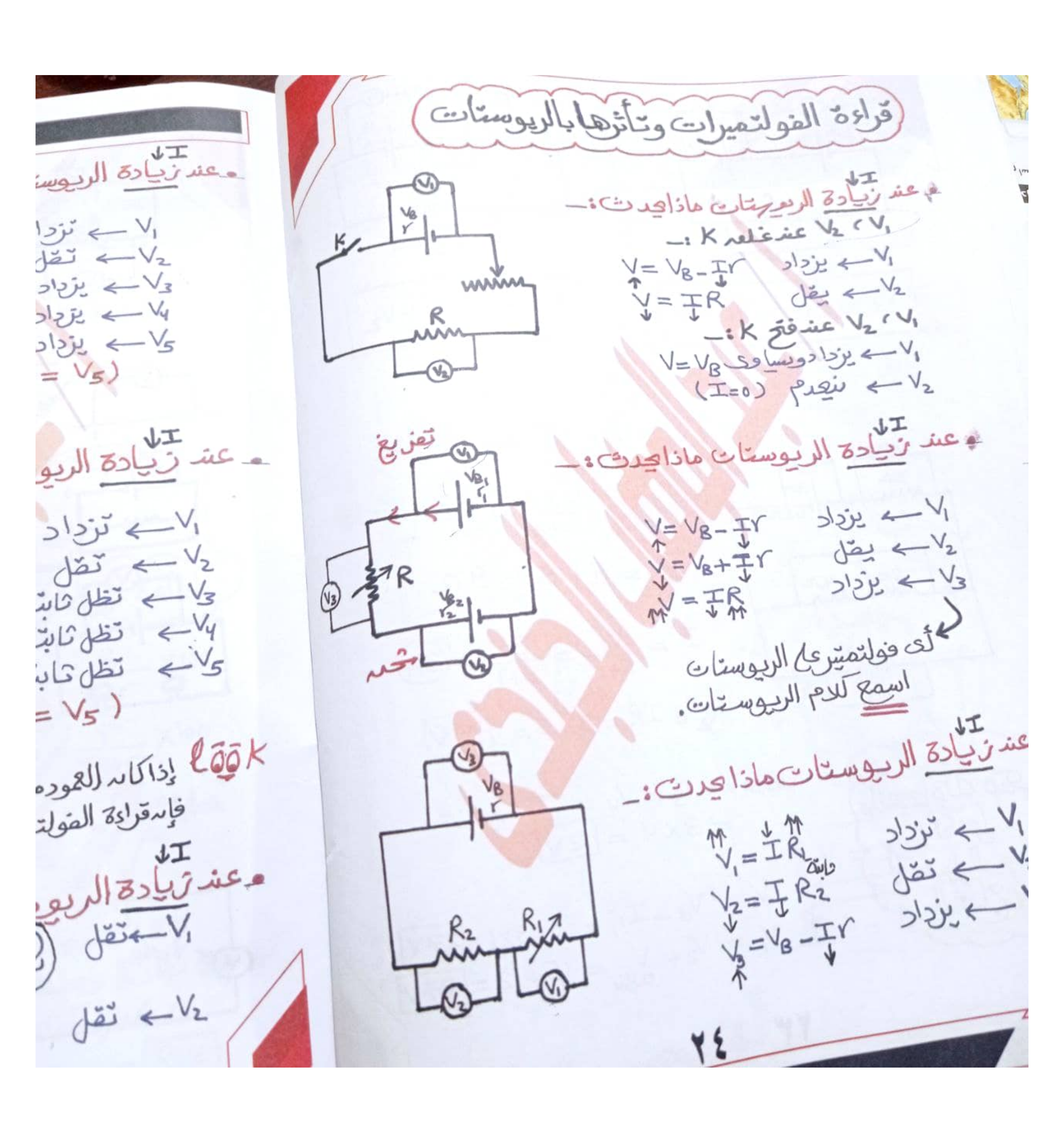
على الكبير $V_1 = V_{B_1} - I r_1$ (تفريغ) (عادى)

على الصغير $V_2 = V_{B_2} + I r_2$ (شحن) (مش عادى)

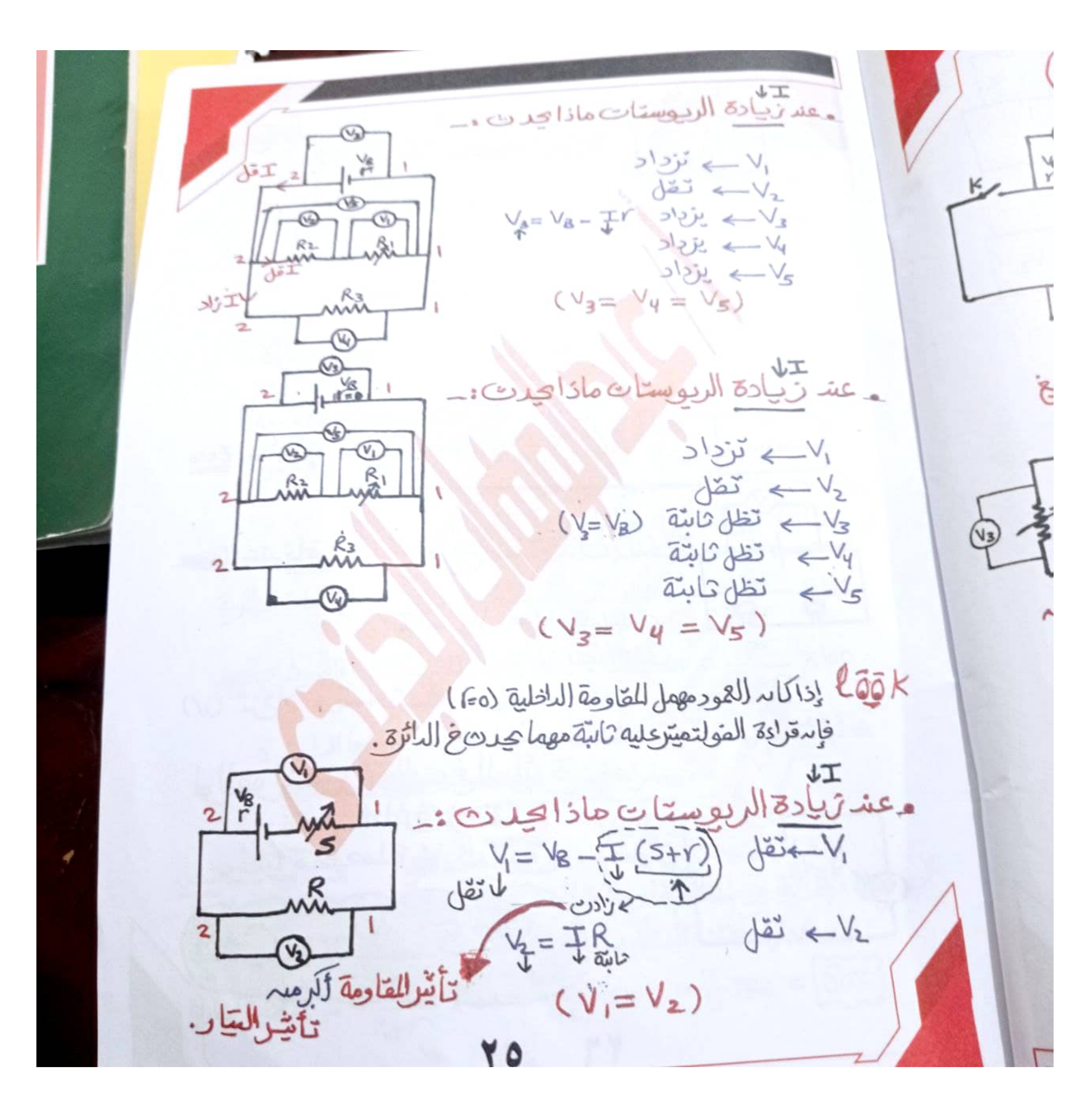

مثال / احسب قراءة الفولتميترات :-
VB=30V
r=1Ω
VB=10V
r=1Ω
3Ω
6Ω
6Ω
توازي R1 = 6X3 / 6+3 = 2Ω
R' = 2+6 = 8Ω
I = VB1−VB2 / R+r1+r2 = 30−10 / 8+1+1 = 2A
تفريغ V1 = VB1 − Ir1 = 30 − 2X1 = 28V
شحن V2 = VB2 + Ir2 = 10 + 2X1 = 12V
مقاومة V3 = IR = 2X6 = 12V
هاااام جدا!!!!!
V1 = V2
R
V1 = V2 = VB − Ir = IR الخارجية
R1
R2
R3
V1 = V4 = V2 + V3
V1 = VB − Ir
VB = V2 + V3 + Ir
V1 = V2 + V3
VB = V2 + V3 + Ir
٢٢



تفريغ
$V_3 = IR = V_1 - V_2$
$V_3 = IR = V_1 + V_2$
مثال / أوجد V_1 ، V_2 ، V_3 ، V_4 :-
$R_{توازى} = \frac{12\times6}{12+6} = 4\Omega$
$R' = 4 + 5 = 9\Omega$
$I' = \frac{V_B}{R+r} = \frac{30}{9+1} = 3A$
$V_2 = IR = 3\times5 = 15V$
$V_{توازى} = V_3 = V_4 = IR_{توازى}$
$= 3\times4 = 12V$
$V_1 = V_B - Ir_1 = 30 - 3\times1 = 27V$
OR $V_1 = V_2 + V_{توازى} = 15 + 12 = 27V$
المحاولة متعبة ، لكنها السبيل الوحيد للنجاح



قراءة الفولتميرات وتأثرها بالريوستات
عند زيادة الريوستات ماذا يحدث :-
عند غلق K :-
V_1 ← يزداد
V_2 ← يقل
$V = V_B - Ir$
$V = IR$
عند فتح K :-
V_1 ← يزداد ويساوى $V = V_B$
V_2 ← ينعدم $(I=0)$
تفريغ
شحن
عند زيادة الريوستات ماذا يحدث :-
V_1 ← يزداد
V_2 ← يقل
V_3 ← يزداد
$V = V_B - Ir$
$V = V_B + Ir$
$V = IR$
أى فولتميتر على الريوستات اسمع كلام الريوستات.
عند زيادة الريوستات ماذا يحدث :-
V_1 ← تزداد
V_2 ← تقل
يزداد
$V_1 = I R_1$
$V_2 = I R_2$
$V_3 = V_B - Ir$
٢٤



عند زيادة الريوستات ماذا يحدث :-

$\downarrow I$

- $V_1 \leftarrow$ تزداد
- $V_2 \leftarrow$ تقل
- $V_3 \leftarrow$ يزداد
- $V_4 \leftarrow$ يزداد
- $V_5 \leftarrow$ يزداد

$V_{\uparrow} = V_B - I_{\downarrow} r$

$(V_3 = V_4 = V_5)$

عند زيادة الريوستات ماذا يحدث :-

$\downarrow I$

- $V_1 \leftarrow$ تزداد
- $V_2 \leftarrow$ تقل
- $V_3 \leftarrow$ تظل ثابتة $(V_3 = V_B)$
- $V_4 \leftarrow$ تظل ثابتة
- $V_5 \leftarrow$ تظل ثابتة

$(V_3 = V_4 = V_5)$

look إذا كان العمود مهمل المقاومة الداخلية (r=0) فإن قراءة الفولتميتر عليه ثابتة مهما يحدث في الدائرة.

عند زيادة الريوستات ماذا يحدث :-

$\downarrow I$

$V_1 \leftarrow$ تقل

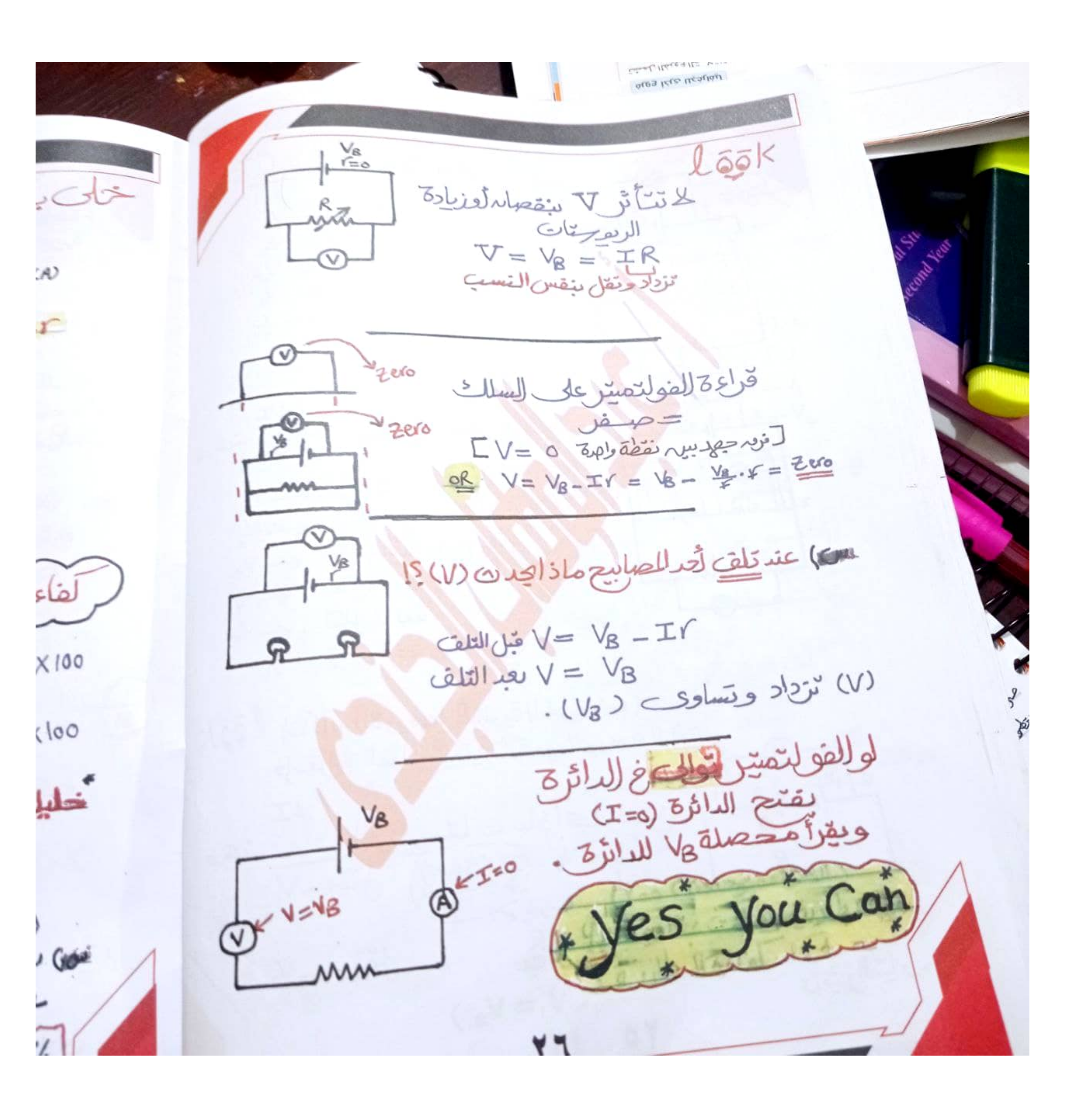
$V_1 = V_B - I_{\downarrow}(S + r)$

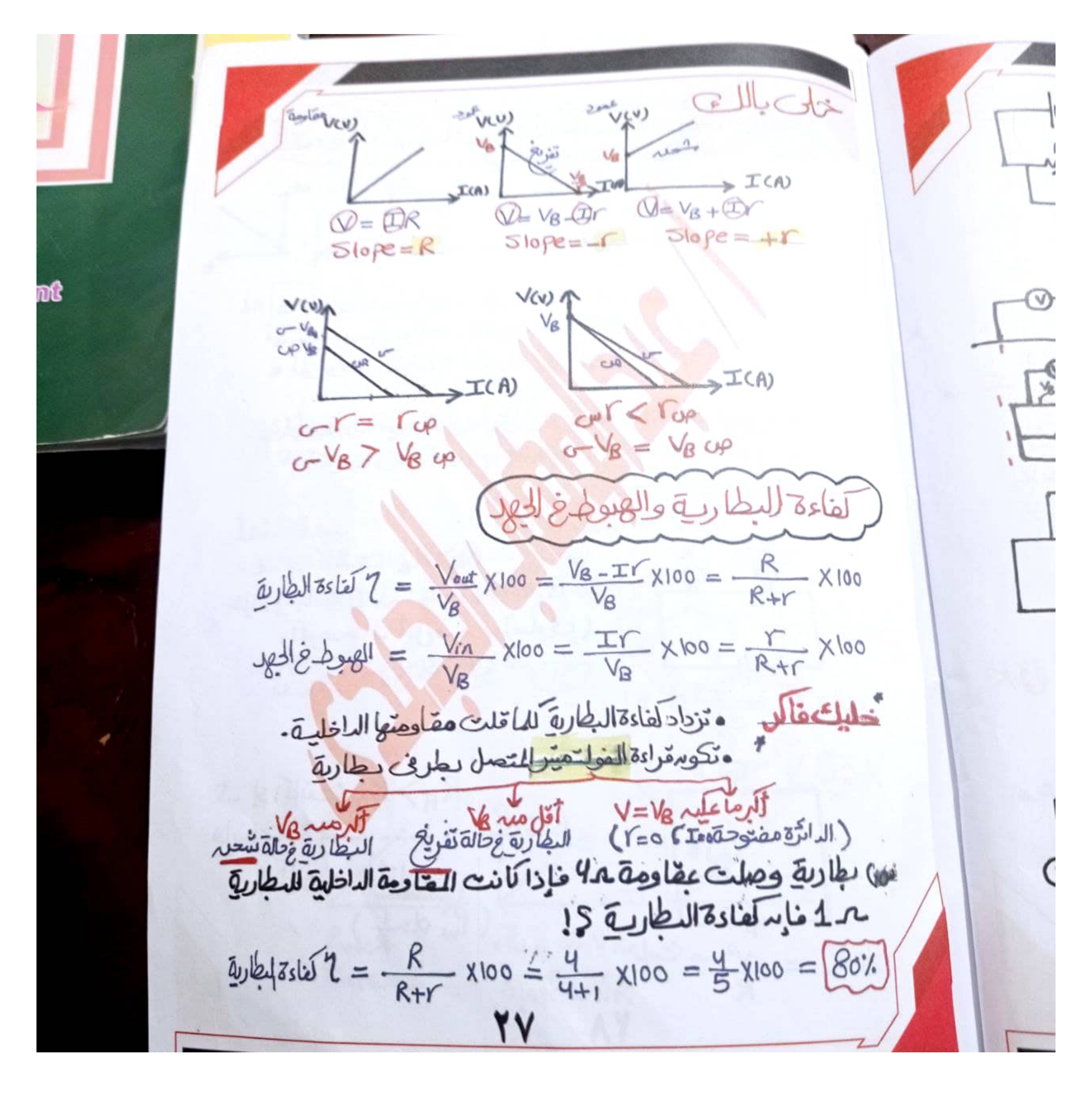
$V_2 \leftarrow$ تقل

$V_2 = I_{\downarrow} R$ (R ثابتة)

$(V_1 = V_2)$

تأثير المقاومة أكبر من تأثير التيار.


look
لا تتأثر V بنقصان أو زيادة الريوستات
V = VB = IR
تزداد وتقل بنفس النسب
Zero
Zero
قراءة الفولتميتر على السلك = صفر
[فرق جهد بين نقطة واحدة V = 0]
OR V = VB - Ir = VB - VB/r · r = Zero
عند تلف أحد المصابيح ماذا يحدث لـ (V) ؟!
قبل التلف V = VB - Ir
بعد التلف V = VB
(V) تزداد وتساوي (VB) .
لو الفولتميتر توالى في الدائرة
يفتح الدائرة (I=0)
ويقرأ محصلة VB للدائرة .
VB
I=0
V=VB
Yes you Can
٢٦



خلي بالك

$V = IR$ Slope $= R$

$V = V_B - Ir$ Slope $= -r$

$V = V_B + Ir$ Slope $= +r$

$r_{س} = r_{ص}$ ، $V_{B\,س} > V_{B\,ص}$

$r_{س} < r_{ص}$ ، $V_{B\,س} = V_{B\,ص}$

كفاءة البطارية والهبوط في الجهد

كفاءة البطارية $\eta = \frac{V_{out}}{V_B} \times 100 = \frac{V_B - Ir}{V_B} \times 100 = \frac{R}{R+r} \times 100$

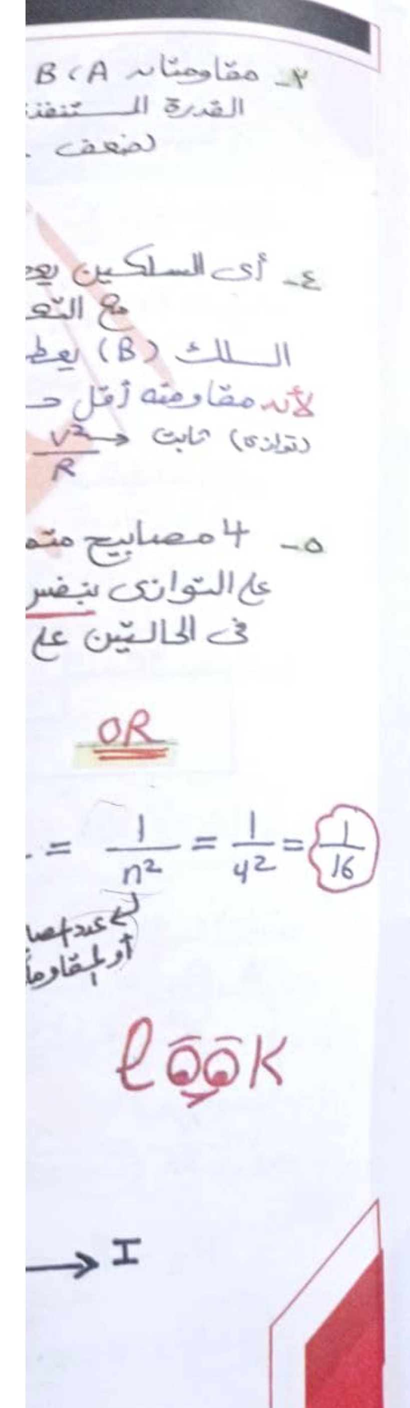
الهبوط في الجهد $= \frac{V_{in}}{V_B} \times 100 = \frac{Ir}{V_B} \times 100 = \frac{r}{R+r} \times 100$

خليك فاكر

- تزداد كفاءة البطارية كلما قلت مقاومتها الداخلية.
- تكون قراءة الفولتميتر المتصل بطرفي بطارية:
  - أكبر منه V_B: البطارية في حالة شحن
  - أقل منه V_B: البطارية في حالة تفريغ
  - أكبر ما عليه $V = V_B$ (الدائرة مفتوحة $I = 0$ ، $r = 0$)

س) بطارية وصلت بمقاومة 4Ω فإذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية 1Ω فما هي كفاءة البطارية ؟!

كفاءة البطارية $\eta = \frac{R}{R+r} \times 100 = \frac{4}{4+1} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$



القدرة الكهربية

هى الطاقة المستنفذة فى الثانية الواحدة.
أى المعدل الزمنى لاستهلاك الطاقة الكهربية.

$$P_w = \frac{w}{t} = I.V = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

* إضاءة = حرارة = قدرة .
* لو توصيل **توالى** (ثبوت شدة التيار) $P_w = I^2R$.
* لو توصيل **توازى** (ثبوت فرق الجهد) (نفس المصدر) $P_w = \frac{V^2}{R}$.

* لو اتقارن بين توالى وتوازى فى نفس المسألة استخدم قانون واحد حسب المسألة.

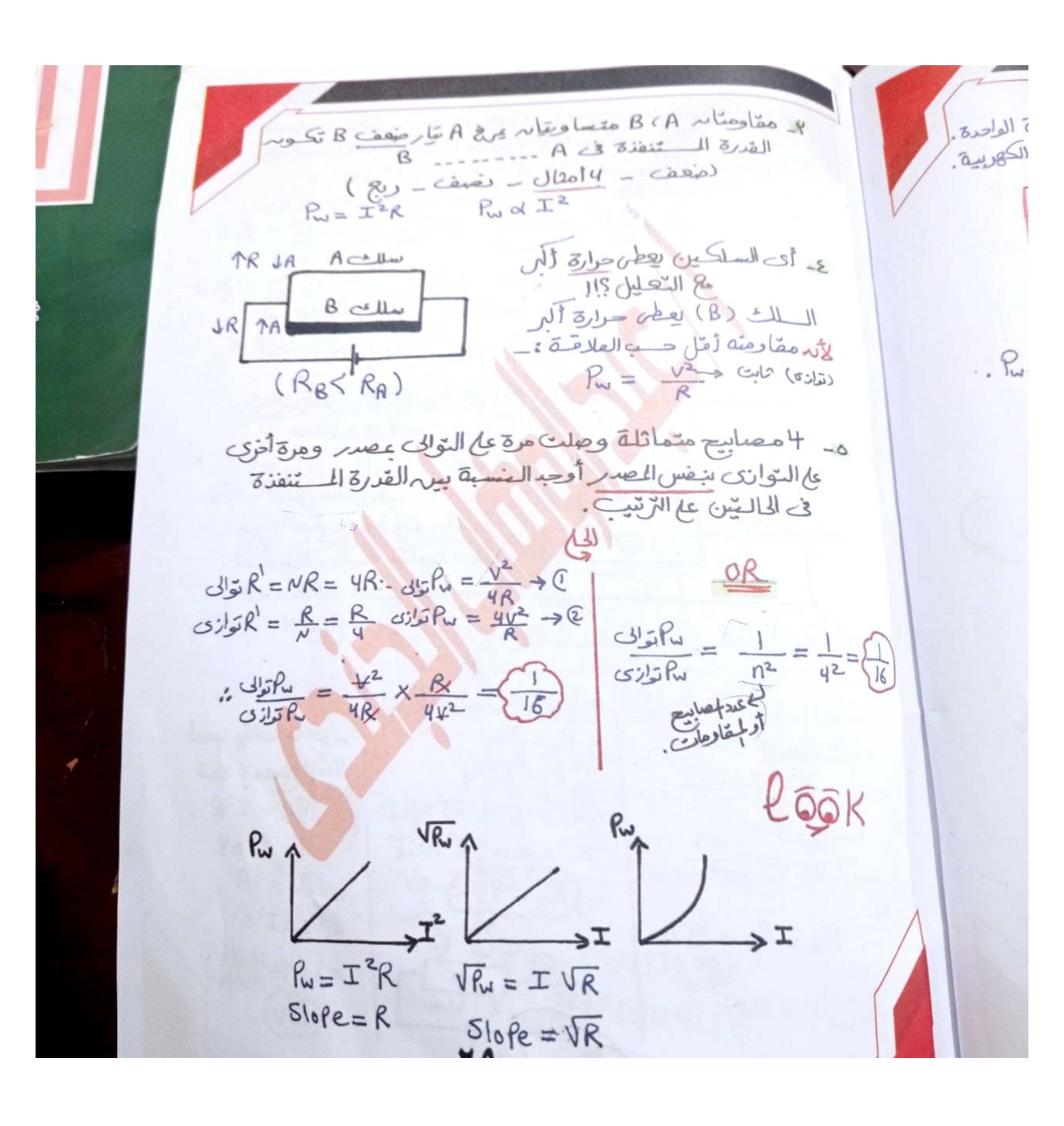
أمثلة :-

١ـ إذا كانت $R_A > R_B$
فإن إضاءة A .... إضاءة B
(أكبر من - أقل من - تساوى)
$(P_w \propto R)$

توالى $P_w = I^2 R$ (ثابت)

٢ـ إذا كانت $R_A > R_B$
فإن إضاءة A .... إضاءة B
(أكبر من - أقل من - تساوى)
$(P_w \propto \frac{1}{R})$

توازى $P_w = \frac{V^2}{R}$ ← ثابت



٣- مقاومتان A ، B متساويتان يمر في A تيار ضعف B تكون القدرة المستنفذة في A .... B

(ضعف - ٤ أمثال - نصف - ربع)

$P_w = I^2 R$ $\qquad P_w \propto I^2$

٤- أي السلكين يعطي حرارة أكبر مع التعليل ؟!!

السلك (B) يعطي حرارة أكبر

لأنه مقاومته أقل حسب العلاقة :-

$P_w = \frac{V^2}{R}$ ← ثابت (توازي)

٥- ٤ مصابيح متماثلة وصلت مرة على التوالي بمصدر ومرة أخرى على التوازي بنفس المصدر أوجد النسبة بين القدرة المستنفذة في الحالتين على الترتيب.

الحل

$R'_{توالي} = NR = 4R \therefore P_{w\,توالي} = \frac{V^2}{4R} \rightarrow ①$

$R'_{توازي} = \frac{R}{N} = \frac{R}{4} \quad P_{w\,توازي} = \frac{4V^2}{R} \rightarrow ②$

$\therefore \frac{P_{w\,توالي}}{P_{w\,توازي}} = \frac{V^2}{4R} \times \frac{R}{4V^2} = \frac{1}{16}$

OR

$\frac{P_{w\,توالي}}{P_{w\,توازي}} = \frac{1}{n^2} = \frac{1}{4^2} = \frac{1}{16}$

n ← عدد المصابيح أو المقاومات.

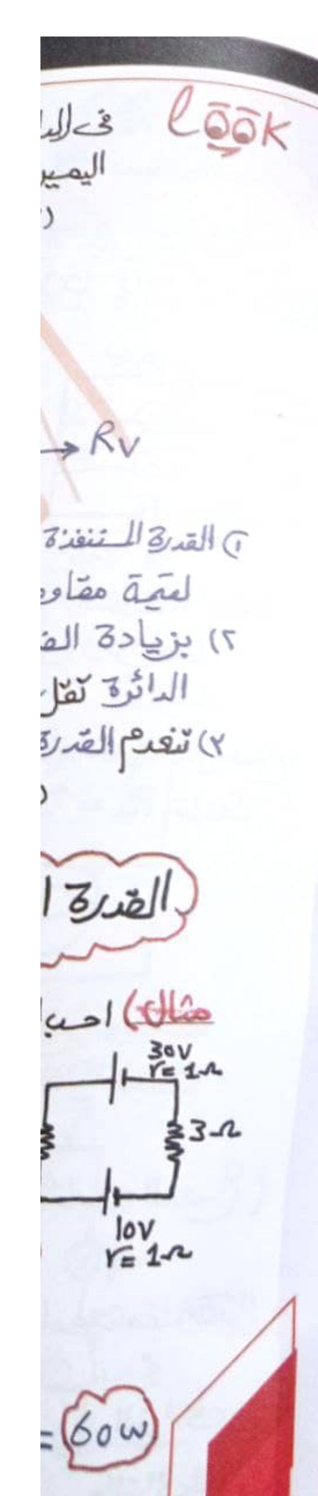
look

$P_w = I^2 R$

Slope = R

$\sqrt{P_w} = I\sqrt{R}$

Slope = $\sqrt{R}$



٦- مصباحان (110V - 2.5W) والثانى (110V ، 100W) وصلا على التوالى مع مصدر (220V) عندئذ تنصهر فتيلة المصباح ---------- (2.5W - 100W - كلاهما - لا ينصهر أى منهما)

الحل

المصباح الأول: $R_1 = \frac{V_1^2}{P_{w_1}} = \frac{(110)^2}{2.5} = 4840\,\Omega$ ، $(I_1)_{max} = \frac{(P_w)_1}{V_1} = \frac{2.5}{110} = \frac{1}{44}\,A$

المصباح الثانى: $R_2 = \frac{V_2^2}{P_{w_2}} = \frac{(110)^2}{100} = 121\,\Omega$ ، $(I_2)_{max} = \frac{(P_w)_2}{V_2} = \frac{100}{110} = \frac{10}{11}\,A$

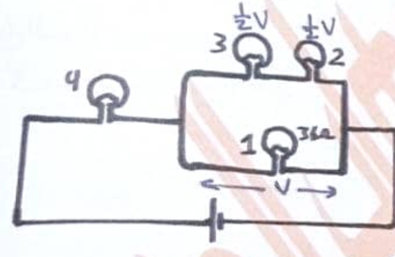
$R_t = 4840 + 121 = 4961\,\Omega$

عند التوصيل مع مصدر (220V) :-

فعلى $I = \frac{V_B}{R_t} = \frac{220}{4961} = \frac{20}{451}\,A$

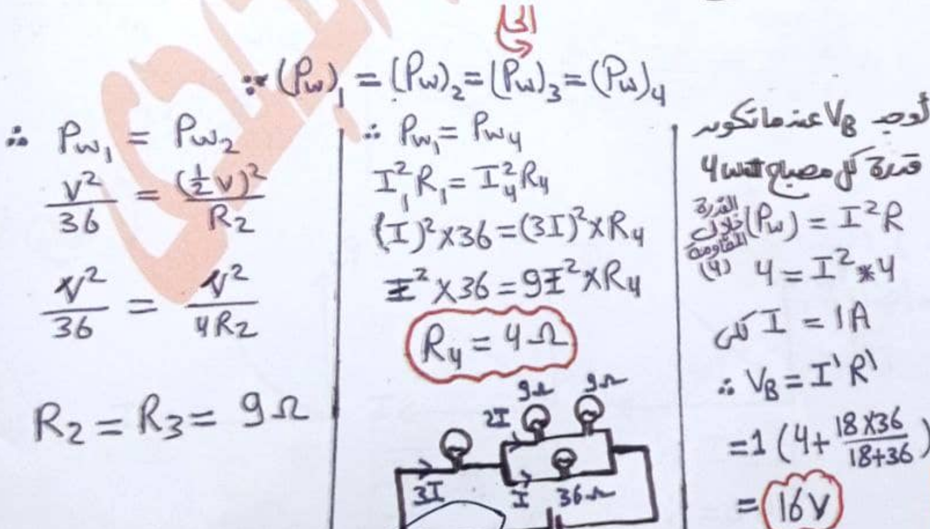
ولذلك تحترق فتيلة المصباح (2.5W) لأنه التيار المار بها أكبر من قيمة أقصى تيار تتحمله فتيلته.

٧- فى الشكل المقابل :-



جميع المصابيح تعطى نفس القدرة الكهربية وقيمة مقاومة المصباح (1) = 36Ω احسب قيمة مقاومة المصباح (4)

الحل



$\because (P_w)_1 = (P_w)_2 = (P_w)_3 = (P_w)_4$

$\therefore P_{w_1} = P_{w_2}$

$\frac{V^2}{36} = \frac{(\frac{1}{2}V)^2}{R_2}$

$\frac{V^2}{36} = \frac{V^2}{4R_2}$

$R_2 = R_3 = 9\,\Omega$

$\therefore P_{w_1} = P_{w_4}$

$I_1^2 R_1 = I_4^2 R_4$

$(I)^2 \times 36 = (3I)^2 \times R_4$

$I^2 \times 36 = 9I^2 \times R_4$

$R_4 = 4\,\Omega$

أوجد V_B عندما تكون قدرة كل مصباح تساوى 4W

القدرة خلال المقاومة (4) $(P_w) = I^2 R$

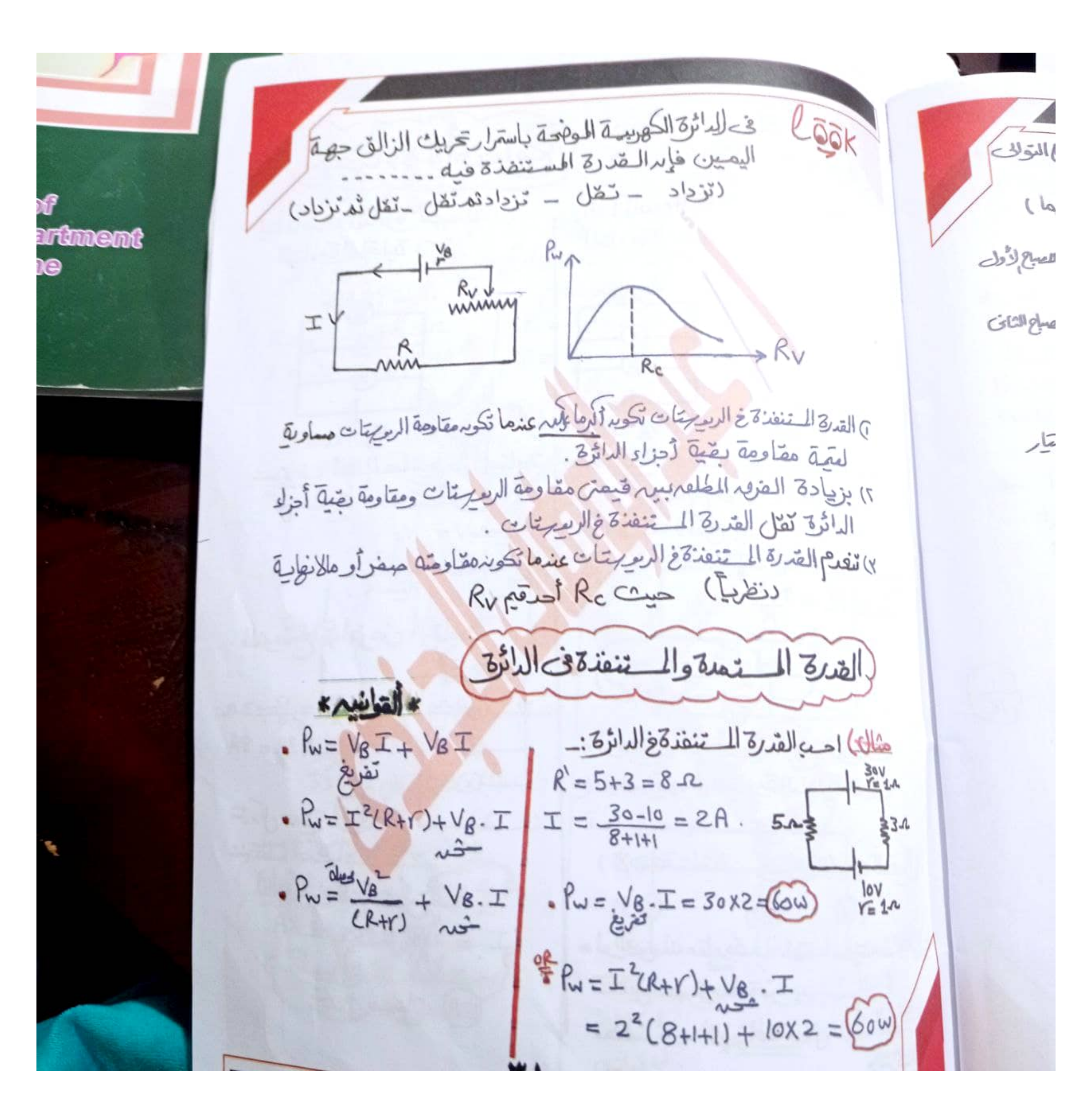
$4 = I^2 \times 4$

$I = 1A$ لكن

$\therefore V_B = I' R'$

$= 1\left(4 + \frac{18 \times 36}{18 + 36}\right)$

$= 16V$



look

في الدائرة الكهربية الموضحة باستمرار تحريك الزالق جهة اليمين فإن القدرة المستنفذة فيه ....

(تزداد - تقل - تزداد ثم تقل - تقل ثم تزداد)

١) القدرة المستنفذة في الريوستات تكون أكبر ما يمكن عندما تكون مقاومة الريوستات مساوية لقيمة مقاومة بقية أجزاء الدائرة.

٢) بزيادة الفرق المطلق بين قيمتي مقاومة الريوستات ومقاومة بقية أجزاء الدائرة تقل القدرة المستنفذة في الريوستات.

٢) تنعدم القدرة المستنفذة في الريوستات عندما تكون مقاومته صفر أو ما لا نهاية (نظرياً) حيث R_C أحد قيم R_V

القدرة المستمدة والمستنفذة في الدائرة

*** القوانين ***

- $P_W = V_B I + V_B I$ (تفريغ)
- $P_W = I^2(R+r) + V_B \cdot I$ (شحن)
- $P_W = \frac{V_B^2}{(R+r)} + V_B \cdot I$ (وحيدة / شحن)

مثال) احسب القدرة المستنفذة في الدائرة:-

$R' = 5+3 = 8\,\Omega$

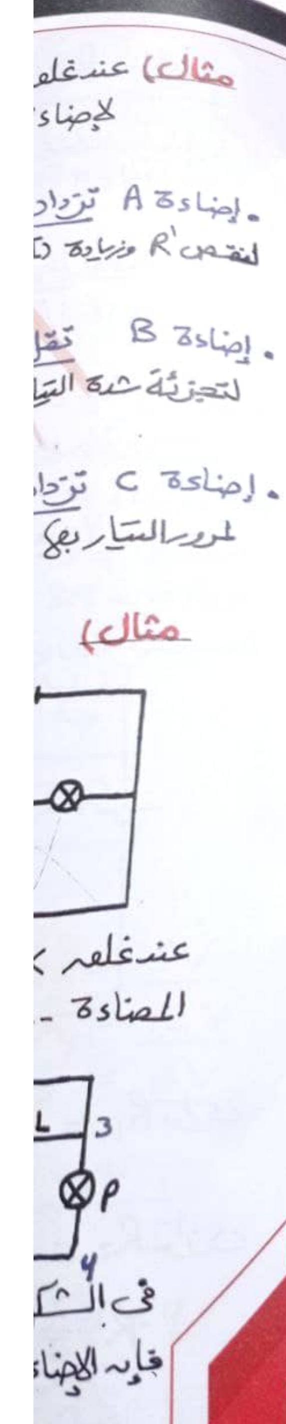
$I = \frac{30-10}{8+1+1} = 2A$

- $P_W = V_B \cdot I = 30 \times 2 = 60W$ (تفريغ)

OR

$P_W = I^2(R+r) + V_B \cdot I$ (شحن)

$= 2^2(8+1+1) + 10 \times 2 = 60W$



الإضاءة والمصابيح

إذا كانت الدائرة مهملة المقاومة الداخلية (r)

$V_B \quad r=0$

عند تلف أحد المصابيح فإن إضاءة كل مصباح (لا تتأثر)

$V_{مصباح} = V_B$

$P_{w\,مصباح} = \frac{V_B^2}{R_{مصباح}}$

للتوضيح (افرض ارقام)

12Ω , 12Ω , 12Ω , 12Ω , $24V$

$R' = \frac{R}{N} = \frac{12}{4} = 3\Omega$

$I = \frac{V_B}{R'} = \frac{24}{3} = 8A$

تيار كل مصباح (2A)

عند تلف أحدهما:-

$R' = \frac{R}{N} = \frac{12}{3} = 4\Omega$

$I = \frac{V_B}{R'} = \frac{24}{4} = 6A$

تيار كل مصباح (2A)

اذا كانت الدائرة غير مهملة المقاومة الداخلية (r) (أو فيه مقاومة توالي)

$V_B \quad r$ ، $V_B \quad r=0$

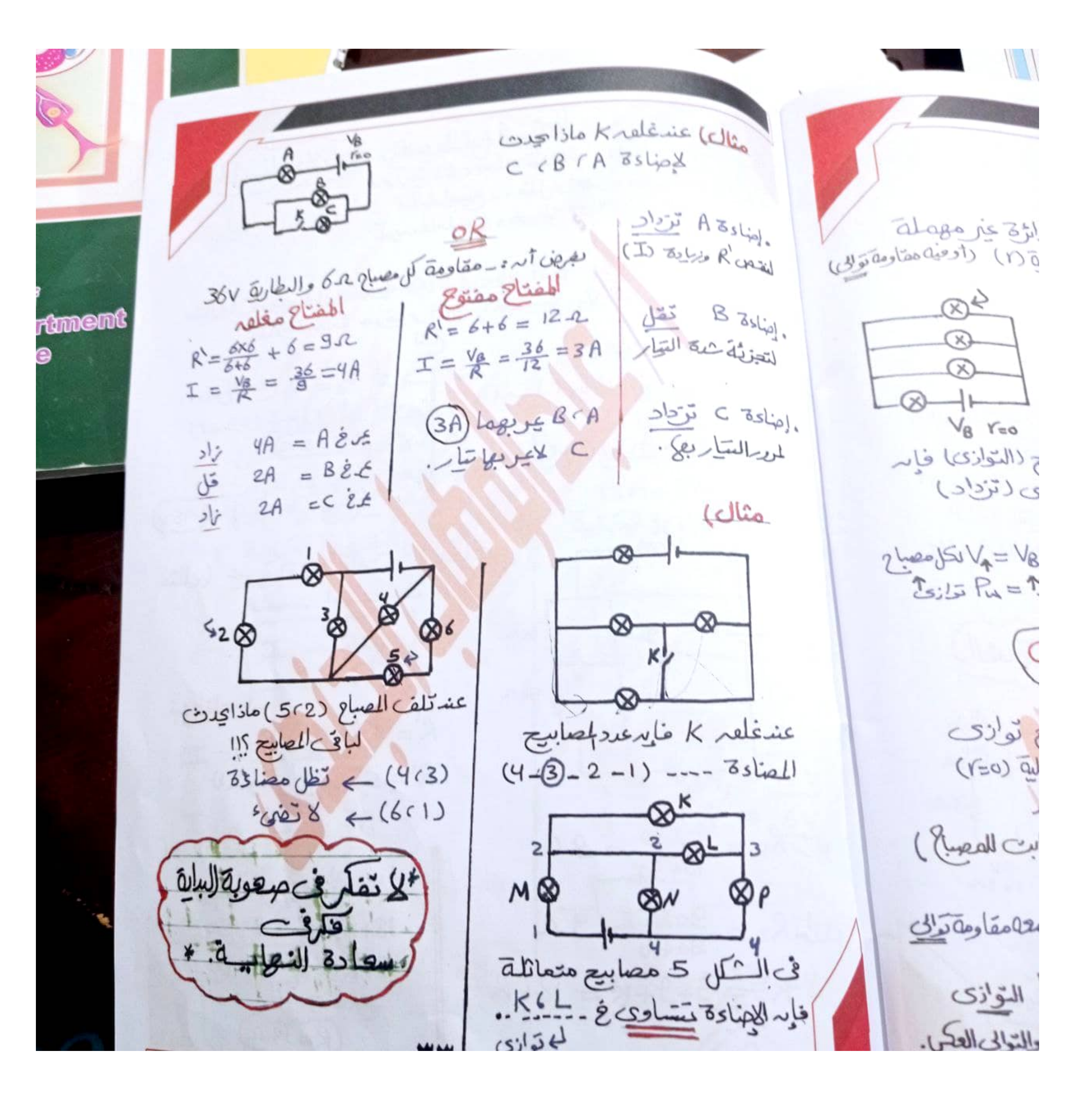
عند تلف أحد المصابيح (التوازي) فإن إضاءة كل مصباح توازي (تزداد) والتوالي (تقل).

$V\uparrow_{لكل مصباح} = V_B - I\downarrow r$

$P_{w\,توازي}\uparrow = \frac{\uparrow V^2}{R}$

ريح أعصابك

- لو مقاومات أو مصابيح توازي مع عمود مهمل المقاومة الداخلية (r=0) تشيل منهم - تحطلهم (الإضاءة ثابتة والتيار ثابت للمصباح)
- لو العمود له مقاومة داخلية أو معه مقاومة توالي
  تشيل ← الإضاءة تزيد
  تحط ← الإضاءة تقل
  ] التوازي والتوالي العكس.



مثال) عند غلق K ماذا يحدث لإضاءة A ، B ، C

إضاءة A تزداد لنقص R' وزيادة (I)

إضاءة B تقل لتجزئة شدة التيار

إضاءة C تزداد لمرور التيار بها.

OR

بفرض أنه :- مقاومة كل مصباح 6Ω والبطارية 36V

المفتاح مفتوح

$R' = 6+6 = 12\Omega$

$I = \frac{V_B}{R} = \frac{36}{12} = 3A$

A ، B يمر بهما (3A)

C لا يمر بها تيار.

المفتاح مغلق

$R' = \frac{6\times6}{6+6} + 6 = 9\Omega$

$I = \frac{V_B}{R} = \frac{36}{9} = 4A$

يمر خ A = 4A زاد

يمر خ B = 2A قل

يمر خ C = 2A زاد

مثال)

عند غلق K فإن عدد المصابيح المضاءة ---- (4 - ③ - 2 - 1)

في الشكل 5 مصابيح متماثلة فإن الإضاءة تتساوى في ..K ، L.. لأنه توازي

عند تلف المصباح (2، 5) ماذا يحدث لباقي المصابيح ؟!!

(3، 4) ← تظل مضاءة

(1، 6) ← لا تضيء

* لا تفكر في صعوبة البداية فكر في سعادة النهاية. *

الحل بالمعادلات

نلاحظ أن المسألة حدث فيها عمليتين ويدل على ذلك بعض الألفاظ مثل (كان وأصبح - قبل وبعد - وعندما ... الخ) نكون معادلتين ونعوض بهما لإيجاد المطلوب.

مثال) عمود وصل بمقاومة 10.6Ω فمر تيار $\frac{1}{8}A$ وعندما وصل بمقاومة 1.9Ω مر تيار $\frac{1}{2}A$ احسب V_B للعمود.

الحل

$V_B = I(R+r)$

$V_B = \frac{1}{8}(10.6+r) \rightarrow (1)$

$V_B = \frac{1}{2}(1.9+r) \rightarrow (2)$

$\because V_B = V_B$ (نفس المصدر)

$\frac{1}{8}(10.6+r) = \frac{1}{2}(1.9+r)$

$\therefore r = 1\Omega$

$\therefore V_B = \frac{1}{8}(10.6+1) = 1.45V$

مثال) عند غلق K قلت R' الكلية للنصف احسب قيمة R.

R

90Ω 10Ω

K

10Ω 90Ω

الحل

قبل الغلق:-

$R' = \frac{100\times100}{100+100} + R$

$R' = 50 + R \longrightarrow (1)$

بعد الغلق:-

توازى $R_1 = \frac{10\times90}{10+90} = 9\Omega$

توازى $R_2 = \frac{90\times10}{90+10} = 9\Omega$

$R' = 9+9+R = 18+R$

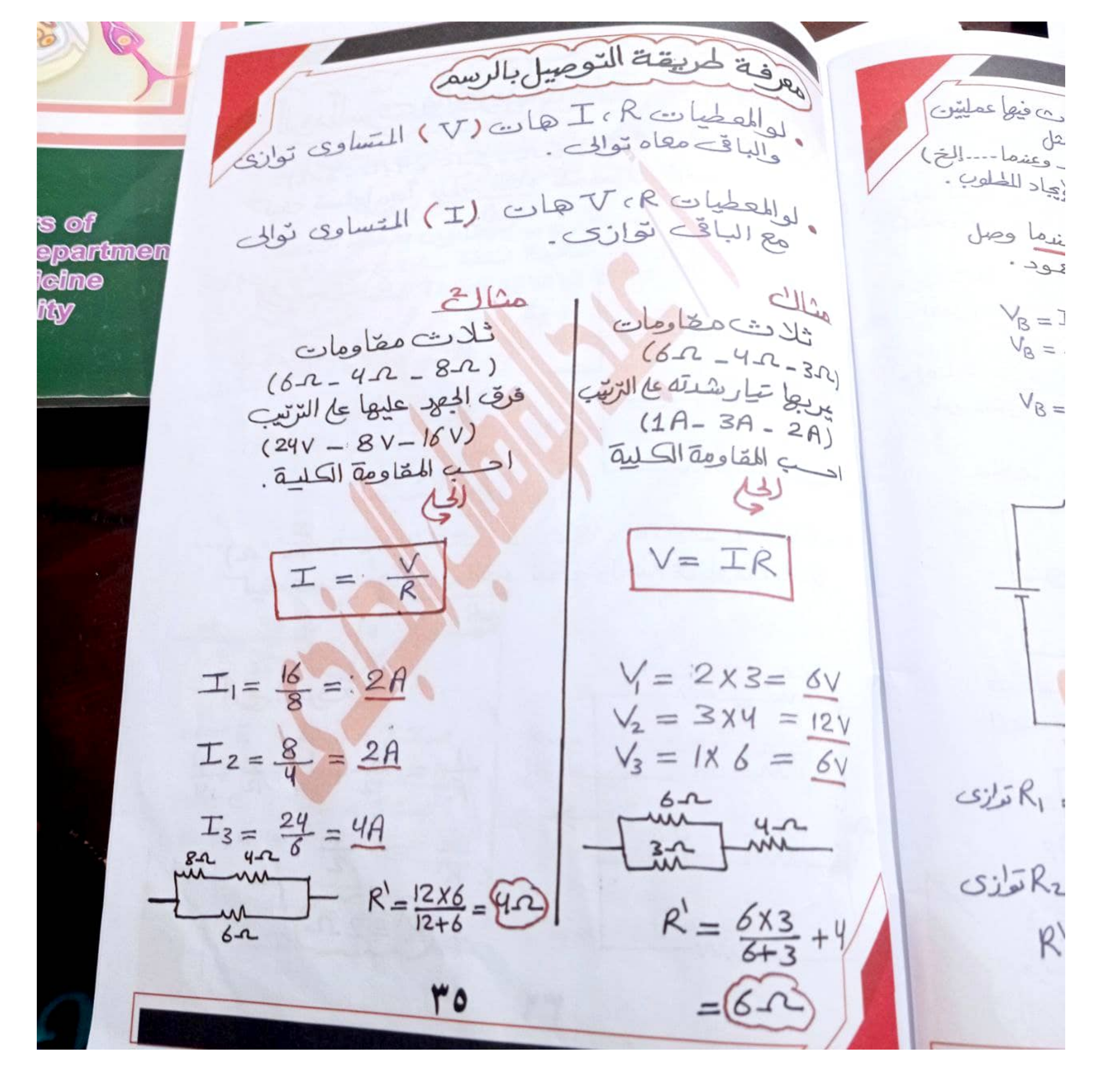
$R'_{\text{بعد الغلق}} = \frac{1}{2} R'_{\text{قبل الغلق}}$

$18+R = \frac{1}{2}(R+50)$

$18+R = \frac{1}{2}R + 50$

$\frac{1}{2}R = 7$

$R = 14\Omega$



معرفة طريقة التوصيل بالرسم

- لو المعطيات R ، I هات (V) المتساوى توازى والباقى معاه توالى.
- لو المعطيات R ، V هات (I) المتساوى توالى مع الباقى توازى.

مثال

ثلاث مقاومات
(6Ω - 4Ω - 3Ω)
يمر بها تيار شدته على الترتيب
($1A$ - $3A$ - $2A$)
احسب المقاومة الكلية

الحل

$$V = IR$$

$$V_1 = 2 \times 3 = 6V$$
$$V_2 = 3 \times 4 = 12V$$
$$V_3 = 1 \times 6 = 6V$$

6Ω ، 3Ω ، 4Ω

$$R' = \frac{6 \times 3}{6+3} + 4 = 6\Omega$$

مثال ٢

ثلاث مقاومات
(6Ω - 4Ω - 8Ω)
فرق الجهد عليها على الترتيب
($24V$ - $8V$ - $16V$)
احسب المقاومة الكلية.

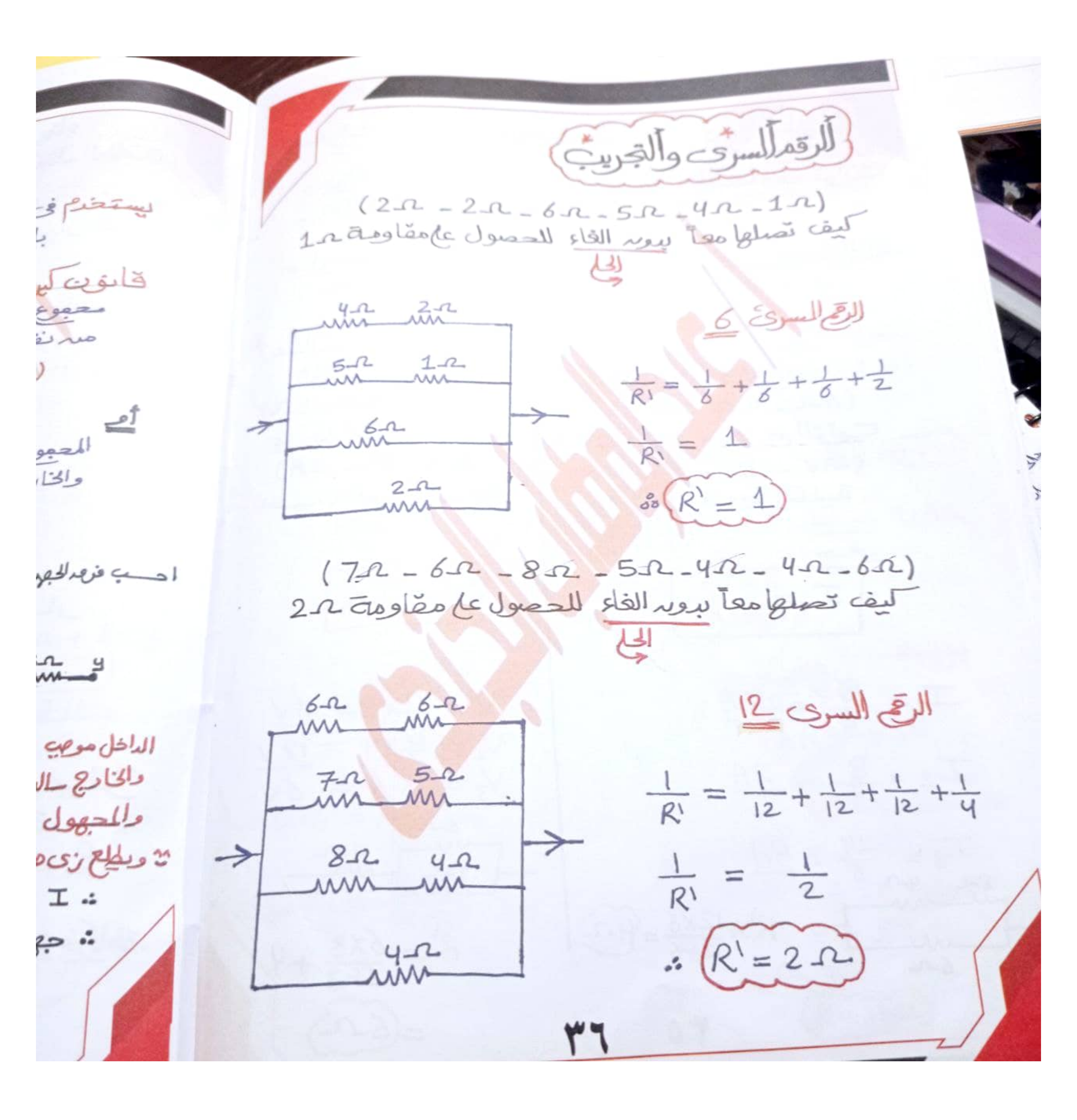
الحل

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I_1 = \frac{16}{8} = 2A$$
$$I_2 = \frac{8}{4} = 2A$$
$$I_3 = \frac{24}{6} = 4A$$

8Ω ، 4Ω ، 6Ω

$$R' = \frac{12 \times 6}{12+6} = 4\Omega$$



الرقم السرى والتجريب

(2Ω - 2Ω - 6Ω - 5Ω - 4Ω - 1Ω)

كيف تصلها معاً بدون الغاء للحصول على مقاومة 1Ω

الحل

الرقم السرى 6

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{R'} = 1$$

$$\therefore R' = 1$$

(7Ω - 6Ω - 8Ω - 5Ω - 4Ω - 4Ω - 6Ω)

كيف تصلها معاً بدون الغاء للحصول على مقاومة 2Ω

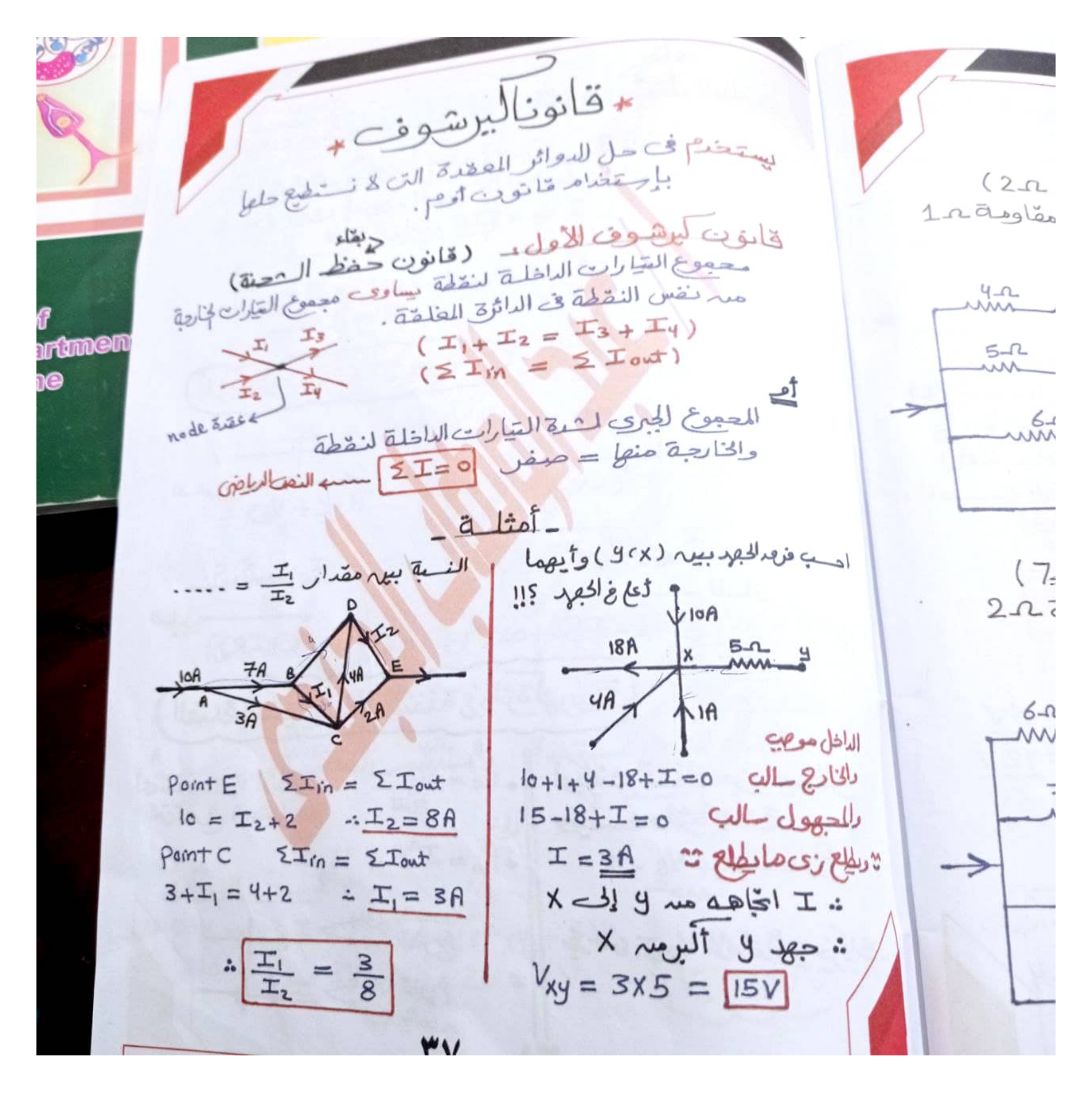
الحل

الرقم السرى 12

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore R' = 2\Omega$$



* قانون كيرشوف

* يستخدم في حل الدوائر المعقدة التي لا نستطيع حلها باستخدام قانون أوم.

قانون كيرشوف الأول ـ (قانون حفظ الشحنة)

مجموع التيارات الداخلة لنقطة يساوي مجموع التيارات الخارجة من نفس النقطة في الدائرة المغلقة.

$(I_1 + I_2 = I_3 + I_4)$

$(\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out})$

أو

المجموع الجبري لشدة التيارات الداخلة لنقطة والخارجة منها = صفر

$\boxed{\Sigma I = 0}$ ← النص الرياضي

- أمثلة -

احسب فرق الجهد بين (x , y) وأيهما أعلى في الجهد ؟!!

الداخل موجب

والخارج سالب

والمجهول سالب

$10+1+4-18+I=0$

$15-18+I=0$

$I = 3A$ ويطلع زي ما يطلع

∴ I اتجاهه من y إلى x

∴ جهد y أكبر من x

$V_{xy} = 3 \times 5 = \boxed{15V}$

النسبة بين مقدار $\frac{I_1}{I_2} = \ldots\ldots$

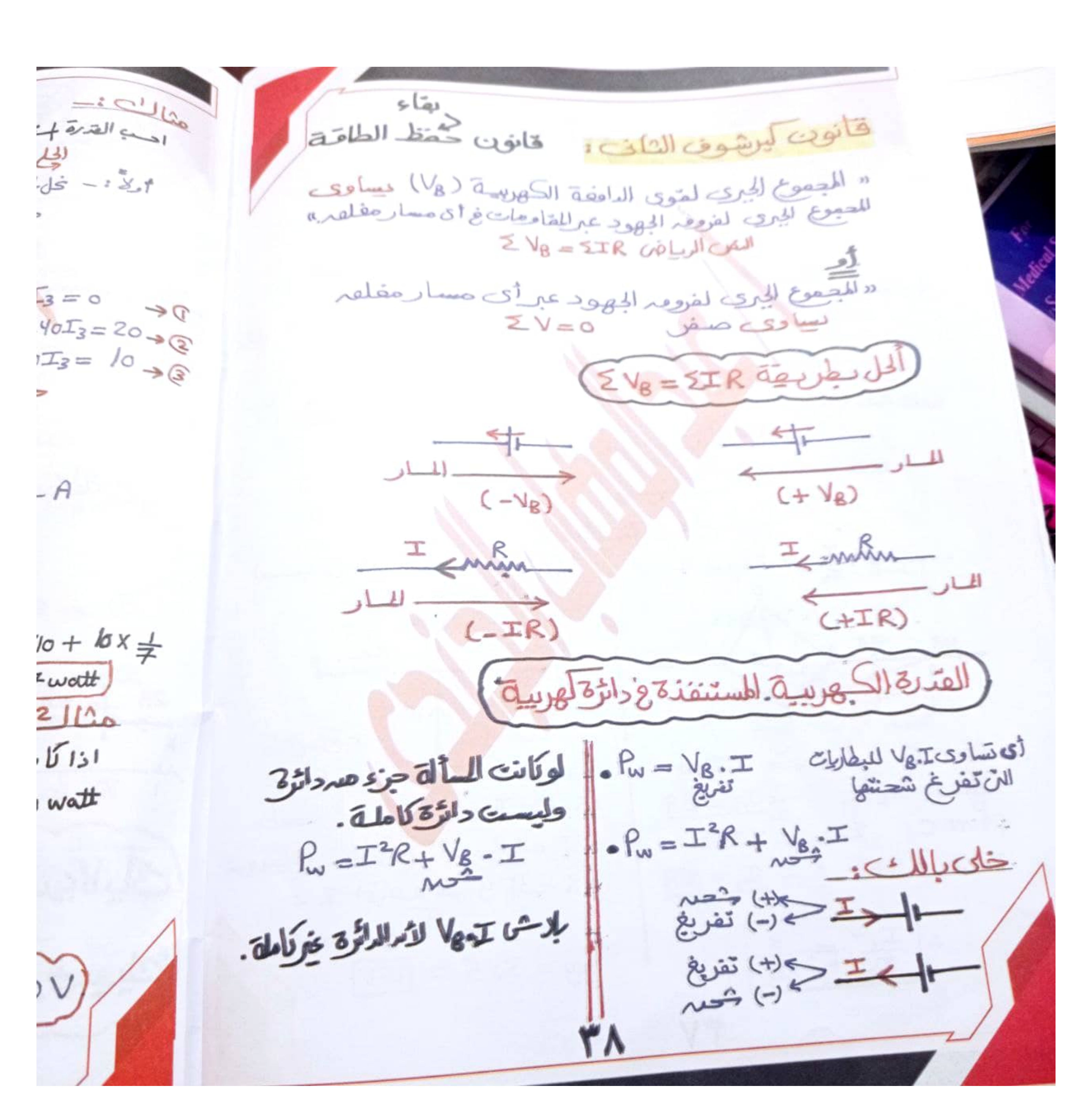
Point E $\quad \Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$10 = I_2 + 2 \quad \therefore I_2 = 8A$

Point C $\quad \Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$3 + I_1 = 4 + 2 \quad \therefore I_1 = 3A$

$\therefore \boxed{\frac{I_1}{I_2} = \frac{3}{8}}$



قانون كيرشوف الثاني : قانون بقاء الطاقة

« المجموع الجبري لقوى الدافعة الكهربية (V_B) يساوي المجموع الجبري لفروق الجهود عبر المقاومات في أي مسار مغلق »

النص الرياضي $\sum V_B = \sum IR$

أو

« المجموع الجبري لفروق الجهود عبر أي مسار مغلق يساوي صفر »

$\sum V = 0$

الحل بطريقة $\sum V_B = \sum IR$

القدرة الكهربية المستنفذة في دائرة كهربية

• $P_w = V_B \cdot I$ (تفريغ)

أي تساوي $V_B \cdot I$ للبطاريات التي تفرغ شحنتها

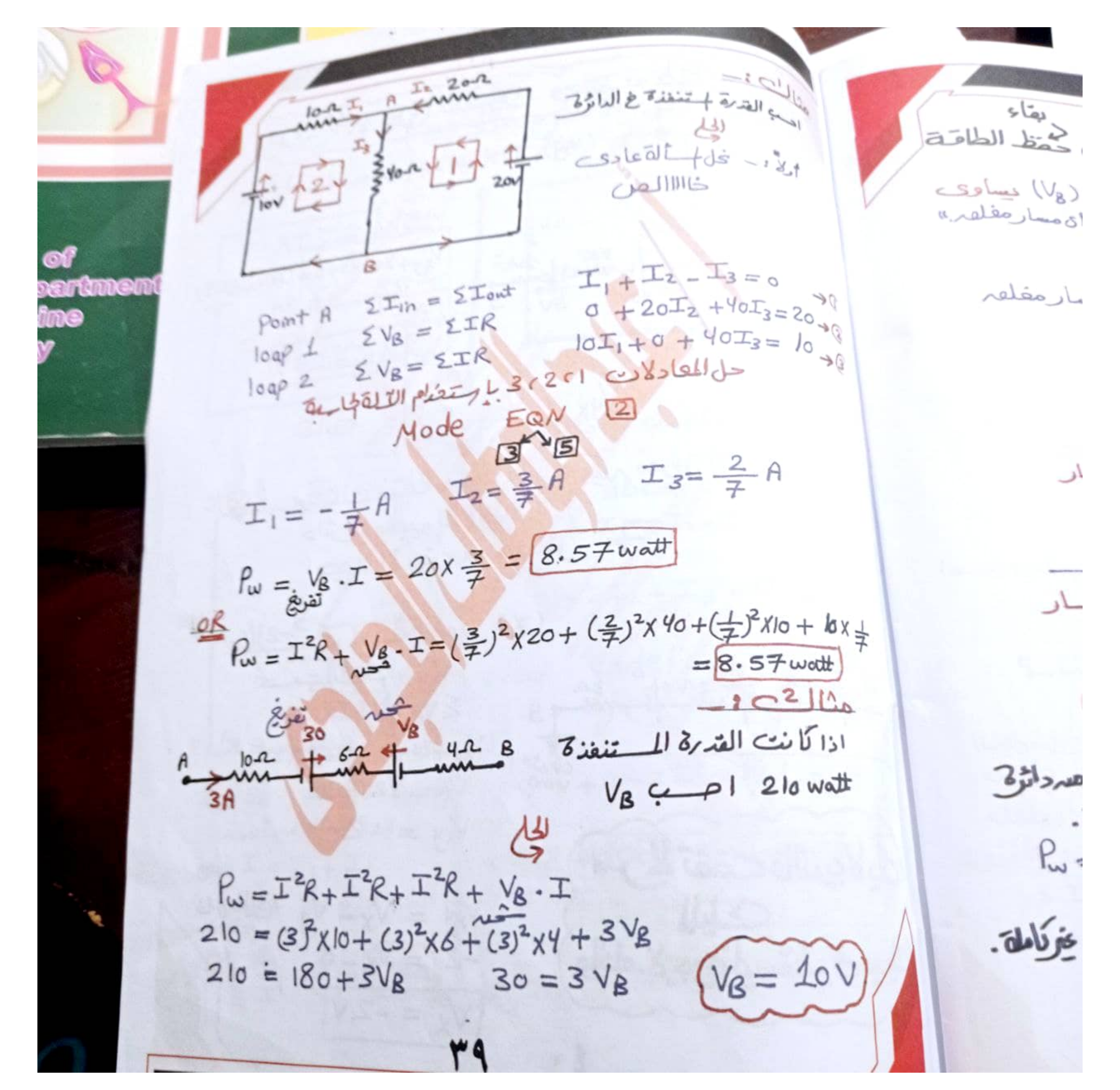
• $P_w = I^2R + V_B \cdot I$ (شحن)

خلي بالك :

لو كانت المسألة جزء من دائرة وليست دائرة كاملة .

$P_w = I^2R + V_B \cdot I$ (شحن)

بلاش $V_B I$ لأن الدائرة غير كاملة .



مثال ١:-

احسب القدرة المتنفذة في الدائرة

الحل

أولاً :- نحل المسألة عادي خاااالص

Point A $\quad \Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$ $\qquad I_1 + I_2 - I_3 = 0 \rightarrow (1)$

loop 1 $\quad \Sigma V_B = \Sigma IR$ $\qquad 0 + 20I_2 + 40I_3 = 20 \rightarrow (2)$

loop 2 $\quad \Sigma V_B = \Sigma IR$ $\qquad 10I_1 + 0 + 40I_3 = 10 \rightarrow (3)$

حل المعادلات 1، 2، 3 باستخدام الآلة الحاسبة

Mode EQN [2] [3] [5]

$I_1 = -\frac{1}{7} A \qquad I_2 = \frac{3}{7} A \qquad I_3 = \frac{2}{7} A$

$P_w = V_B \cdot I = 20 \times \frac{3}{7} = \boxed{8.57 \text{ watt}}$ (تفريغ)

OR

$P_w = I^2R + V_B \cdot I = (\frac{3}{7})^2 \times 20 + (\frac{2}{7})^2 \times 40 + (\frac{1}{7})^2 \times 10 + 10 \times \frac{1}{7}$ (شحن)

$= \boxed{8.57 \text{ watt}}$

مثال ٢:-

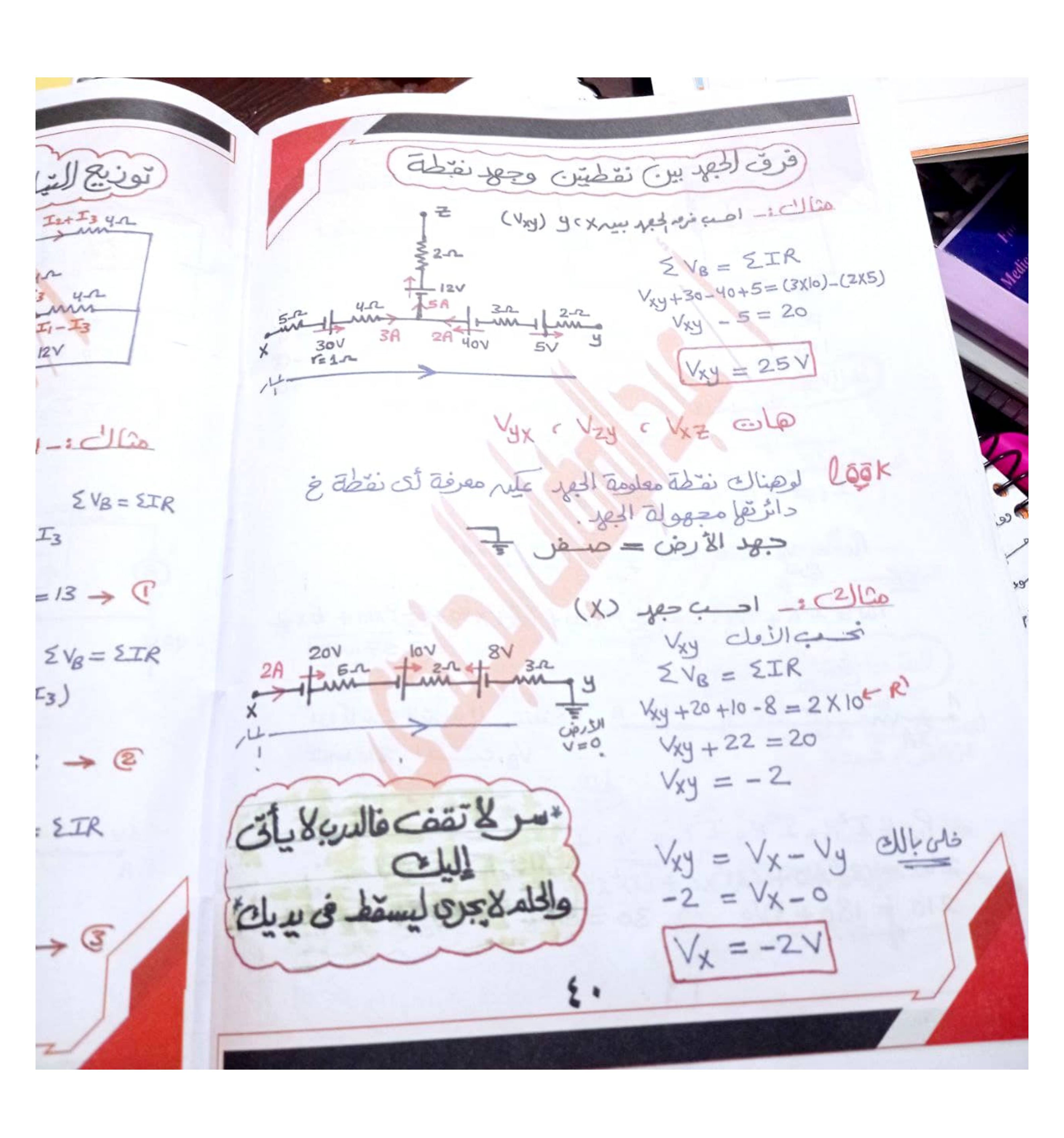
اذا كانت القدرة المتنفذة 210 watt احسب V_B

الحل

$P_w = I^2R + I^2R + I^2R + V_B \cdot I$ (شحن)

$210 = (3)^2 \times 10 + (3)^2 \times 6 + (3)^2 \times 4 + 3V_B$

$210 = 180 + 3V_B \qquad 30 = 3V_B \qquad \boxed{V_B = 10V}$



فرق الجهد بين نقطتين وجهد نقطة

مثال :- احسب فرق الجهد بين x ، y (V_{xy})

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$V_{xy} + 30 - 40 + 5 = (3\times10) - (2\times5)$$

$$V_{xy} - 5 = 20$$

$$\boxed{V_{xy} = 25\,V}$$

هات V_{yx} ، V_{zy} ، V_{xz}

look لو هناك نقطة معلومة الجهد علي معرفة أي نقطة في دائرتها مجهولة الجهد.

جهد الأرض = صفر

مثال :- احسب جهد (X)

نحسب الأول V_{xy}

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$V_{xy} + 20 + 10 - 8 = 2\times10 \leftarrow R$$

$$V_{xy} + 22 = 20$$

$$V_{xy} = -2$$

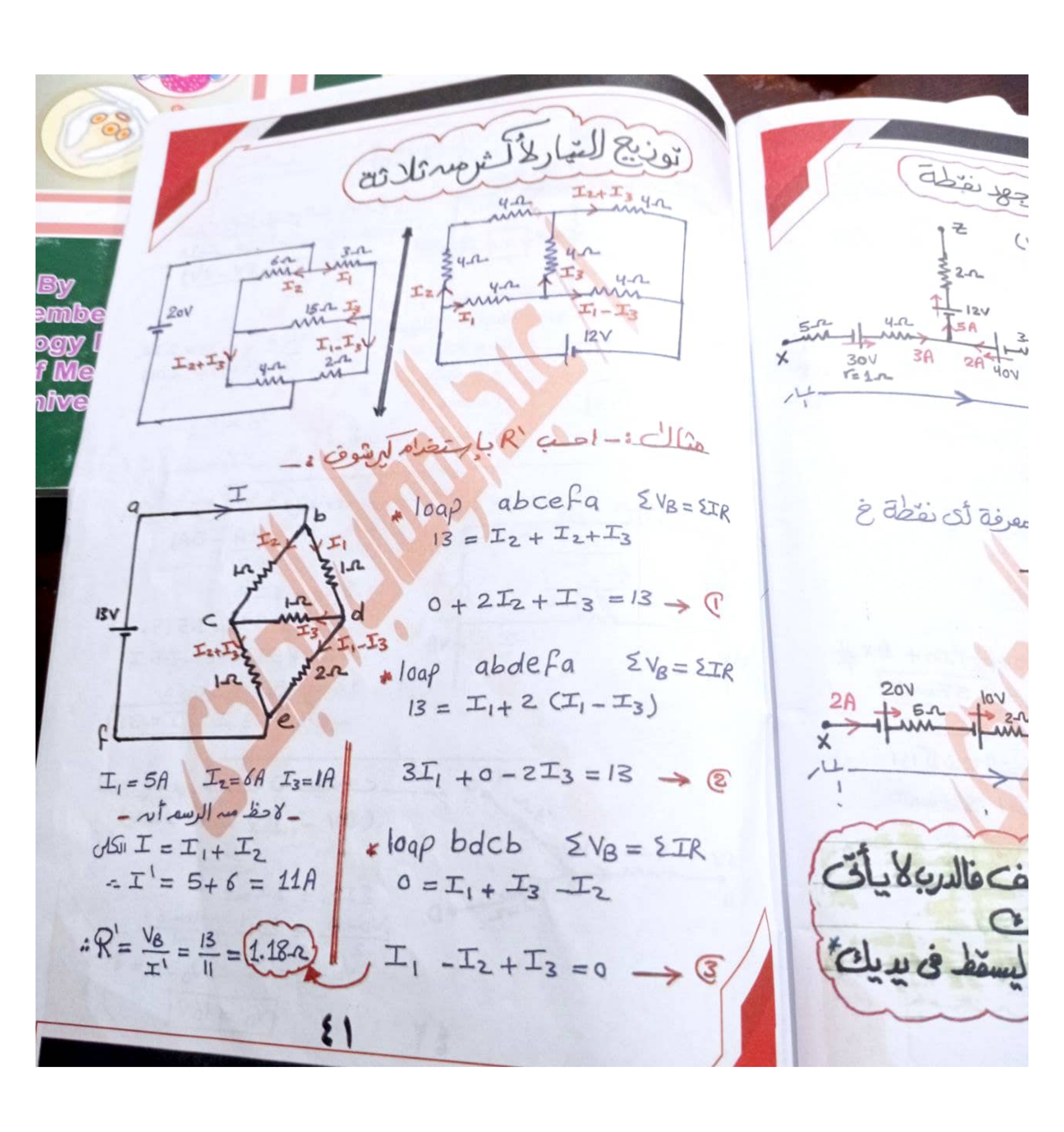
خلي بالك

$$V_{xy} = V_x - V_y$$

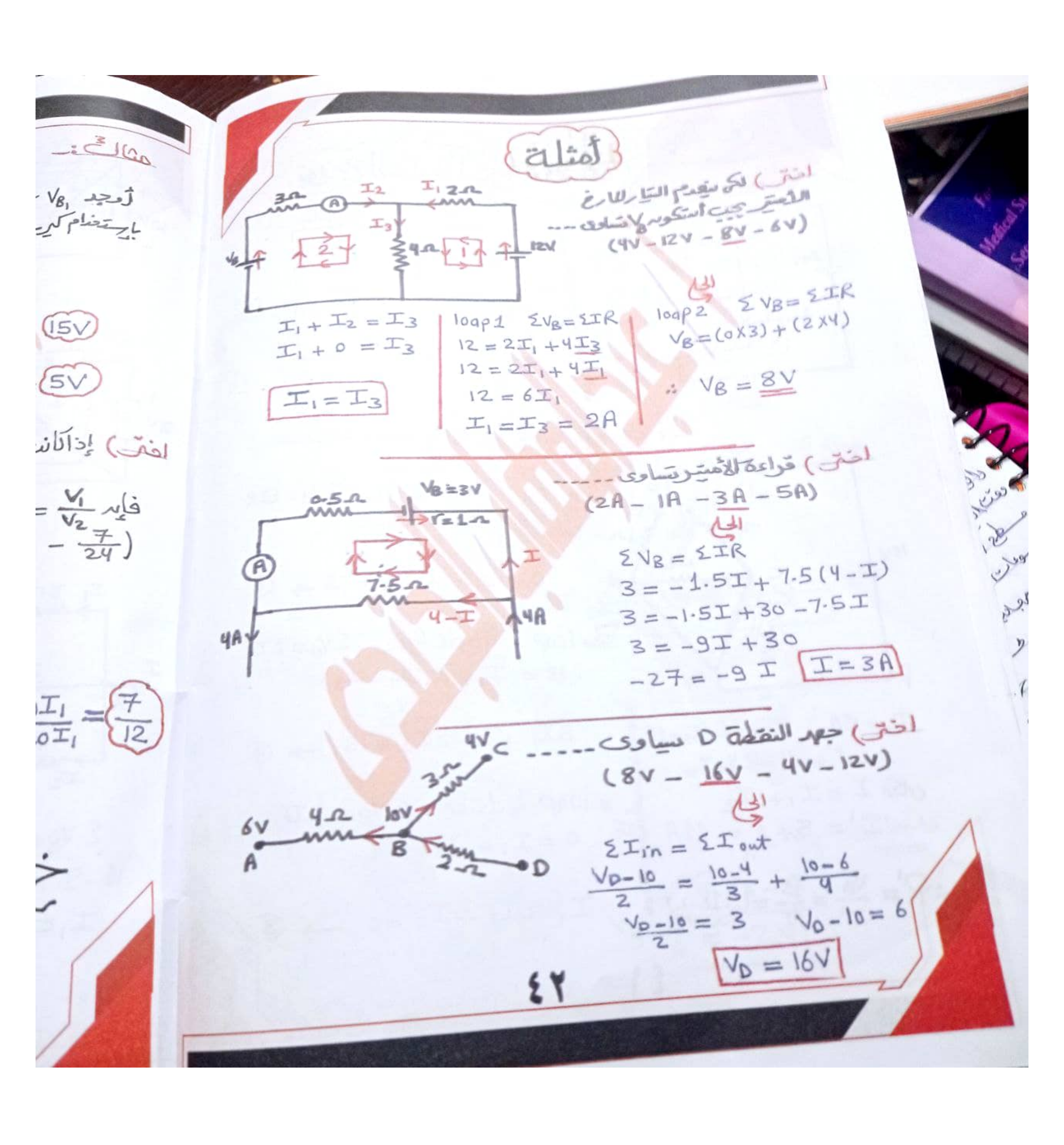
$$-2 = V_x - 0$$

$$\boxed{V_x = -2V}$$

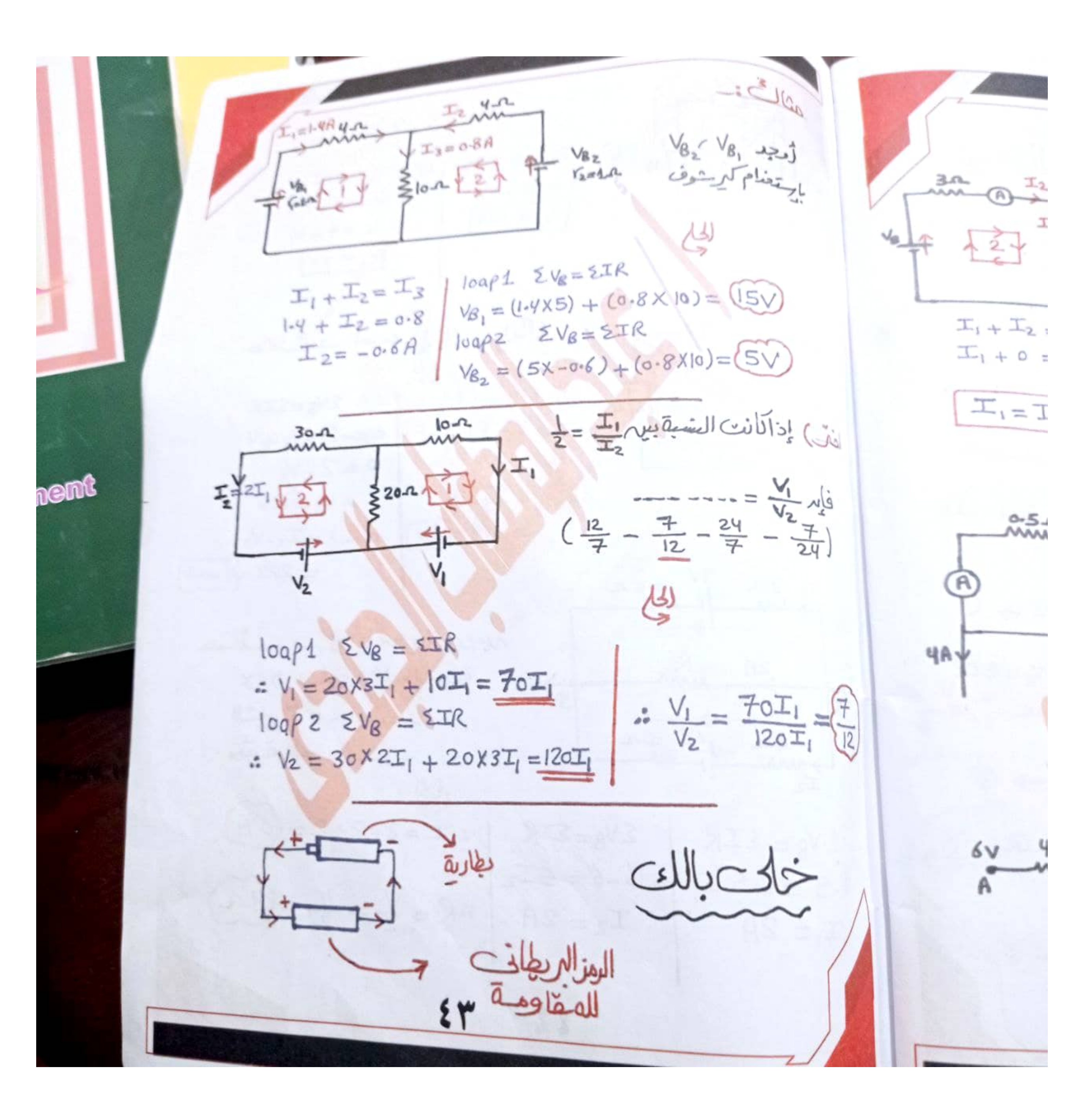
سر لا تقف فالدرب لا يأتي إليك
والحلم لا يجري ليسقط في يديك



توزيع التيار لأكثر من ثلاثة
20V
6Ω
3Ω
15Ω
4Ω
2Ω
12V
مثال :- احسب R' باستخدام كيرشوف :-
13V
loop abcefa ΣVB = ΣIR
13 = I2 + I2+I3
0 + 2I2 + I3 = 13 → ①
loop abdefa ΣVB = ΣIR
13 = I1+ 2 (I1 - I3)
3I1 + 0 - 2I3 = 13 → ②
loop bdcb ΣVB = ΣIR
0 = I1 + I3 - I2
I1 - I2 + I3 = 0 → ③
I1 = 5A I2 = 6A I3 = 1A
- لاحظ من الرسم أن -
الكلي I = I1 + I2
∴ I' = 5 + 6 = 11A
∴ R' = VB / I' = 13 / 11 = 1.18Ω
٤١



أمثلة
اختر) لكي ينعدم التيار المار في الأميتر يجب أن تكون V_B تساوي ....
(4V - 12V - 8V - 6V)
$I_1 + I_2 = I_3$
$I_1 + 0 = I_3$
$I_1 = I_3$
loop 1 $\Sigma V_B = \Sigma IR$
$12 = 2I_1 + 4I_3$
$12 = 2I_1 + 4I_1$
$12 = 6I_1$
$I_1 = I_3 = 2A$
الحل
loop 2 $\Sigma V_B = \Sigma IR$
$V_B = (0 \times 3) + (2 \times 4)$
$\therefore V_B = 8V$
اختر) قراءة الأميتر تساوي ....
(2A - 1A - 3A - 5A)
الحل
$\Sigma V_B = \Sigma IR$
$3 = -1.5I + 7.5(4 - I)$
$3 = -1.5I + 30 - 7.5I$
$3 = -9I + 30$
$-27 = -9I$
$I = 3A$
اختر) جهد النقطة D يساوي ....
(8V - 16V - 4V - 12V)
الحل
$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$
$\frac{V_D - 10}{2} = \frac{10 - 4}{3} + \frac{10 - 6}{4}$
$\frac{V_D - 10}{2} = 3$
$V_D - 10 = 6$
$V_D = 16V$
٤٢



مثال :-

أوجد V_{B_1} ، V_{B_2} باستخدام كيرشوف

الحل

$I_1 + I_2 = I_3$

$1.4 + I_2 = 0.8$

$I_2 = -0.6A$

loop 1 $\quad \Sigma V_B = \Sigma IR$

$V_{B_1} = (1.4 \times 5) + (0.8 \times 10) = 15V$

loop 2 $\quad \Sigma V_B = \Sigma IR$

$V_{B_2} = (5 \times -0.6) + (0.8 \times 10) = 5V$

مثال) إذا كانت النسبة بين $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2}$ فإن $\frac{V_1}{V_2} = \text{-------}$

$\left(\frac{12}{7} \quad - \quad \frac{7}{12} \quad - \quad \frac{24}{7} \quad - \quad \frac{7}{24}\right)$

الحل

loop 1 $\quad \Sigma V_B = \Sigma IR$

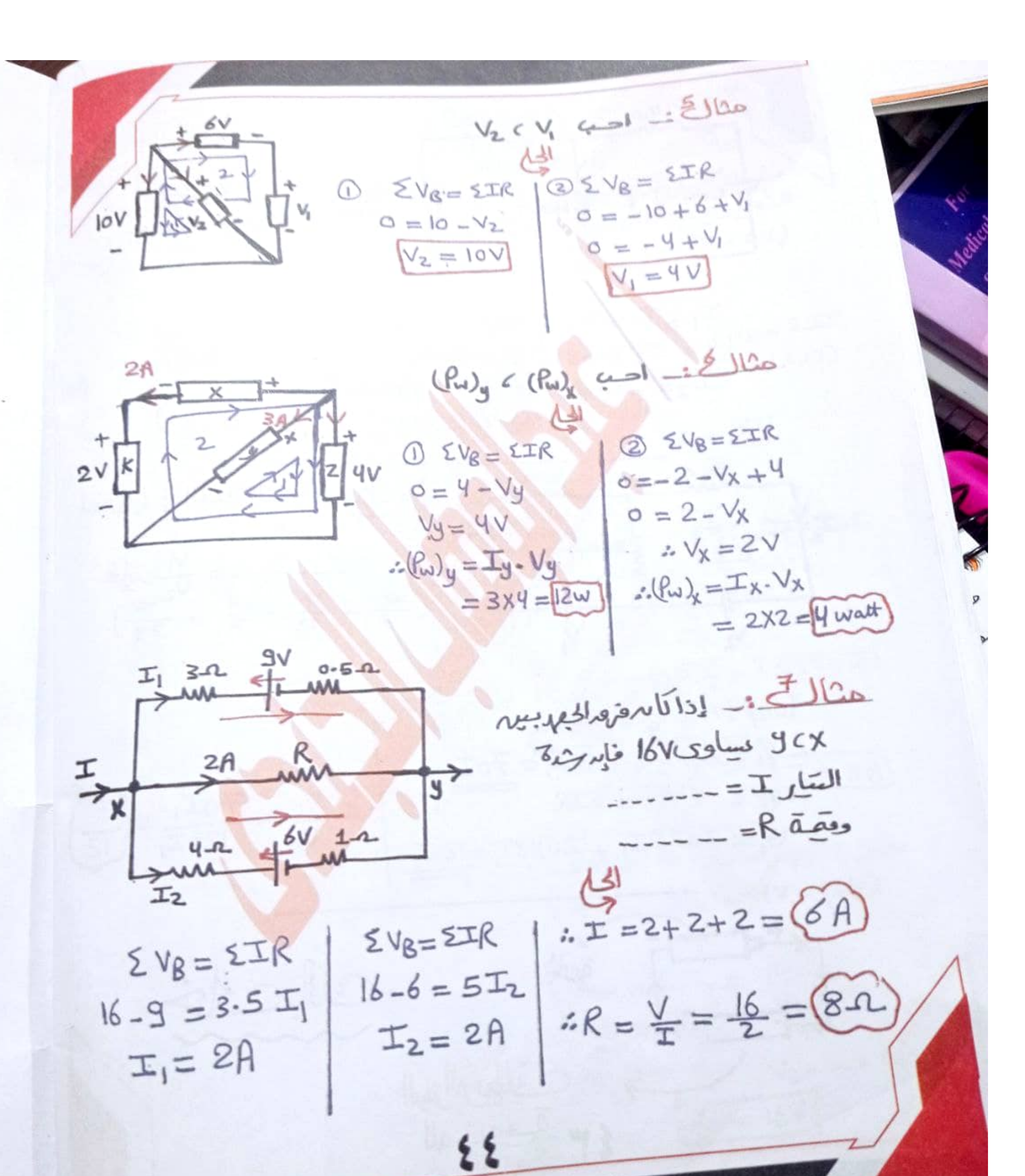
$\therefore V_1 = 20 \times 3I_1 + 10I_1 = 70I_1$

loop 2 $\quad \Sigma V_B = \Sigma IR$

$\therefore V_2 = 30 \times 2I_1 + 20 \times 3I_1 = 120I_1$

$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{70I_1}{120I_1} = \frac{7}{12}$

خلي بالك



مثال ٤ :- احسب V_1 ، V_2

الحل

① $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$0 = 10 - V_2$

$\boxed{V_2 = 10V}$

② $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$0 = -10 + 6 + V_1$

$0 = -4 + V_1$

$\boxed{V_1 = 4V}$

مثال ٥ :- احسب $(P_w)_x$ ، $(P_w)_y$

الحل

① $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$0 = 4 - V_y$

$V_y = 4V$

$\therefore (P_w)_y = I_y \cdot V_y$

$= 3 \times 4 = \boxed{12W}$

② $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$0 = -2 - V_x + 4$

$0 = 2 - V_x$

$\therefore V_x = 2V$

$\therefore (P_w)_x = I_x \cdot V_x$

$= 2 \times 2 = \boxed{4 \text{ watt}}$

مثال ٦ :- إذا كان فرق الجهد بين X ، Y يساوي 16V فأوجد شدة

التيار I = ...

وقيمة R = ...

الحل

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

$16 - 9 = 3.5 I_1$

$I_1 = 2A$

$\Sigma V_B = \Sigma IR$

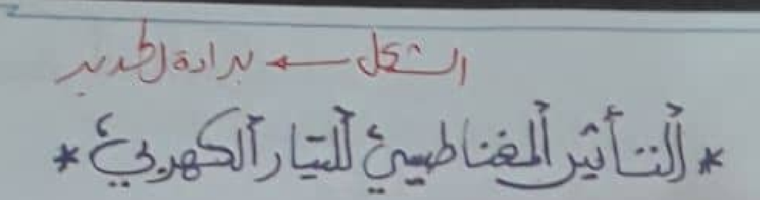
$16 - 6 = 5 I_2$

$I_2 = 2A$

$\therefore I = 2 + 2 + 2 = \boxed{6A}$

$\therefore R = \frac{V}{I} = \frac{16}{2} = \boxed{8\Omega}$

الشكل ← برادة الحديد

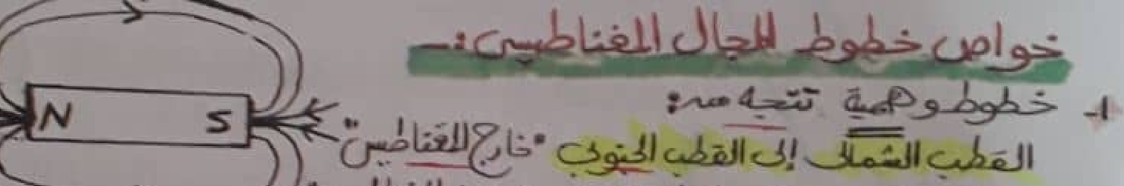


* التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي *

مقدمة

المجال المغناطيسي للمغناطيس: هو المنطقة أو الحيز المحيط بالمغناطيس في جميع الاتجاهات وتظهر فيها آثار قوته المغناطيسية.

خواص خطوط المجال المغناطيسي:-



١- خطوط وهمية تتجه من:
القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي "خارج المغناطيس"
القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي "داخل المغناطيس"
(أي أنها تكون مسارات مغلقة)

٢- لا تتقاطع مع بعضها.

٣- تتزاحم عند قطبي المغناطيس وتتباعد بالبعد عن القطبين.

٤- اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة هو المماس لخط المجال عند تلك النقطة.

٥- يمكن الاستدلال على شكل خطوط المجال المغناطيسي من خلال "برادة الحديد".

٦- لا يوجد مجال مغناطيسي للشحنات الكهربية الساكنة ولكن يتولد المجال المغناطيسي نتيجة تحرك الشحنات الكهربية (شحنة معجلة) ← تيار كهربي

look

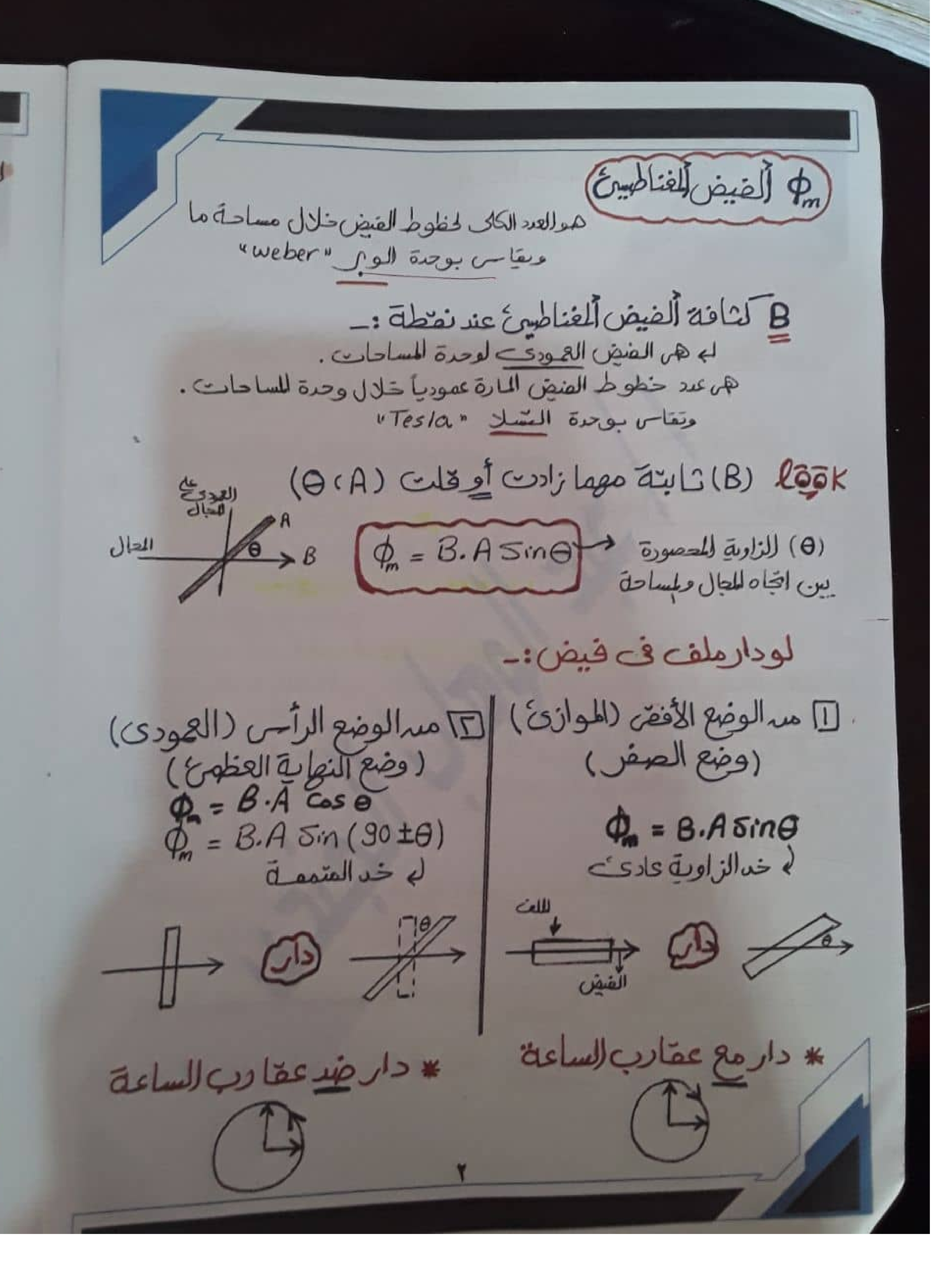
✓ يكون لأي قطعة مغناطيسية قطبين (شمالي وجنوبي)
ولا يوجد قطب منفرد في الطبيعة.

✓ الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر.

S N ← → N S

✓ الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب.

N S → ← N S



Φ_m الفيض المغناطيسي

هو العدد الكلي لخطوط الفيض خلال مساحة ما
ويقاس بوحدة الوبر "weber"

B كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة :-

← هي الفيض العمودي لوحدة المساحات.
هي عدد خطوط الفيض المارة عمودياً خلال وحدة المساحات.
ويقاس بوحدة التسلا "Tesla"

look (B) ثابتة مهما زادت أو قلت (A ، θ)

$$\phi_m = B.A\sin\theta$$

→ (θ) الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال والمساحة

لو دار ملف في فيض :-

1 من الوضع الأفقي (الموازي)
(وضع الصفر)

$$\phi_m = B.A\sin\theta$$

← خد الزاوية عادي

2 من الوضع الرأسي (العمودي)
(وضع النهاية العظمى)

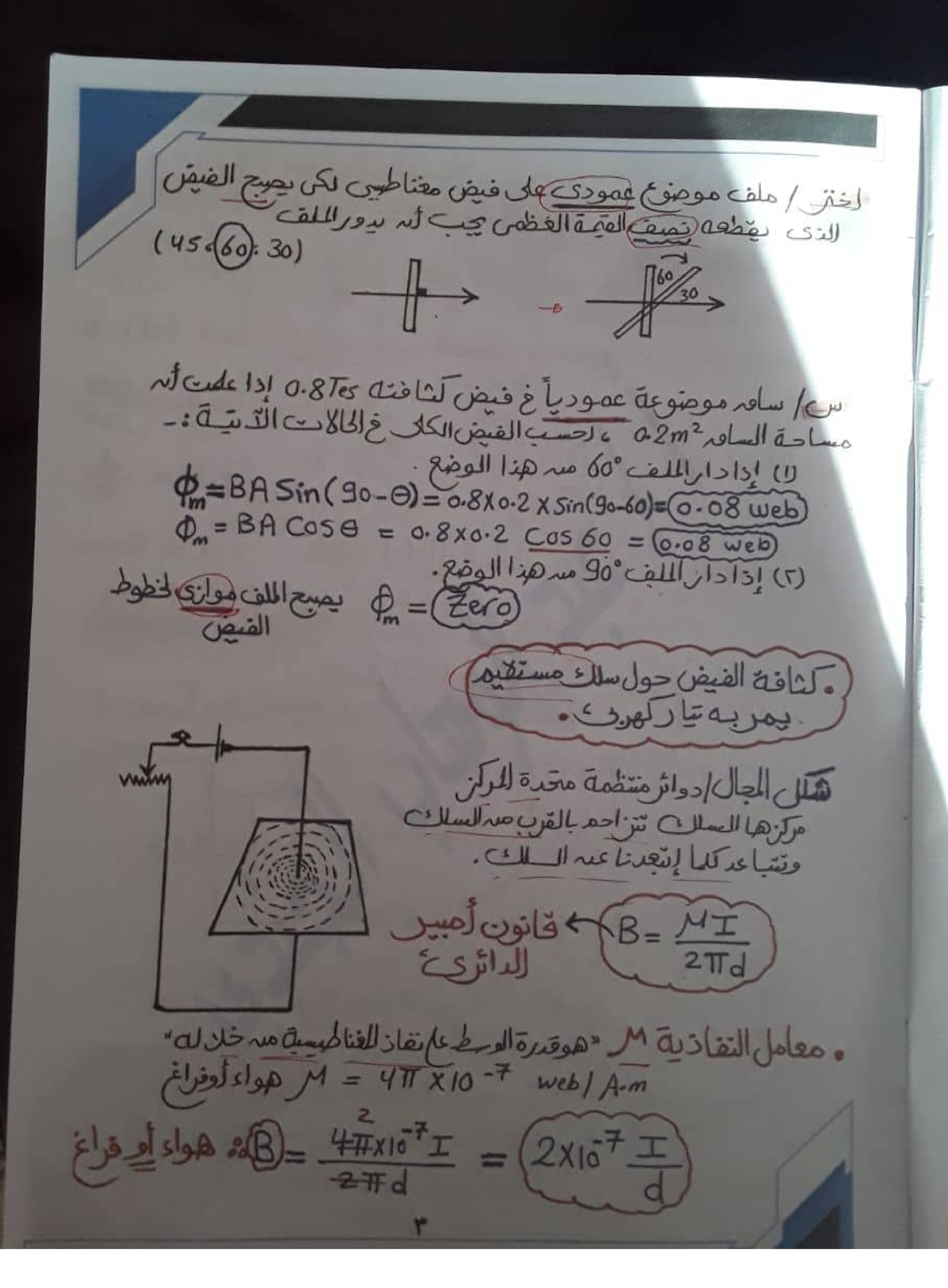
$$\phi_m = B.A\cos\theta$$

$$\phi_m = B.A\sin(90\pm\theta)$$

← خد المتممة

* دار مع عقارب الساعة

* دار ضد عقارب الساعة



اختر / ملف موضوع عمودي على فيض مغناطيسي لكي يصبح الفيض الذي يقطعه نصف القيمة العظمى يجب أن يدور الملف

(45 ، 60 ، 30)

س/ ساق موضوعة عمودياً في فيض كثافته 0.8Tes إذا علمت أن مساحة الساق $0.2m^2$ ، احسب الفيض الكلي في الحالات الآتية :-

(1) إذا دار الملف 60° من هذا الوضع.

$\phi_m = BA\sin(90-\theta) = 0.8\times 0.2\times \sin(90-60) = 0.08$ web

$\phi_m = BA\cos\theta = 0.8\times 0.2\cos 60 = 0.08$ web

(2) إذا دار الملف 90° من هذا الوضع.

$\phi_m = $ Zero يصبح الملف موازي لخطوط الفيض

• كثافة الفيض حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربي.

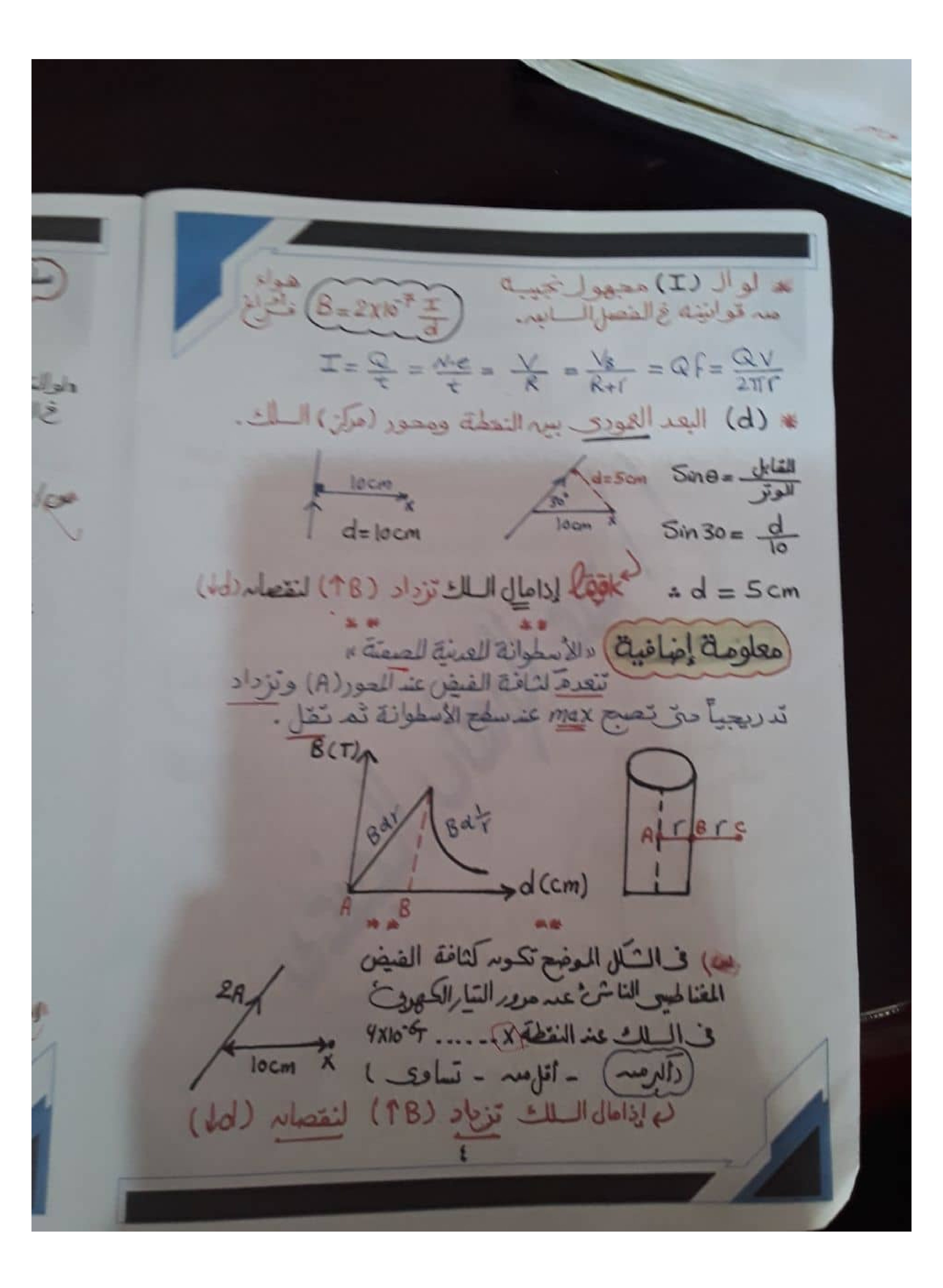
شكل المجال/ دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها السلك تتزاحم بالقرب من السلك وتتباعد كلما ابتعدنا عن السلك.

$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$ ← قانون أمبير الدائري

• معامل النفاذية μ "هو قدرة الوسط على نفاذ المغناطيسية من خلاله"

$\mu = 4\pi\times 10^{-7}$ web/A·m هواء أو فراغ

∴ $B = \frac{4\pi\times 10^{-7} I}{2\pi d} = 2\times 10^{-7}\frac{I}{d}$ هواء أو فراغ



* لو ال (I) مجهول نجيبه من قوانينه في الفصل السابق.

$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$ هواء فراغ

$I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t} = \frac{V}{R} = \frac{V_B}{R+r} = Qf = \frac{QV}{2\pi r}$

* (d) البعد العمودي بين النقطة ومحور (مركز) السلك.

$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$

$\sin 30 = \frac{d}{10}$

$\therefore d = 5cm$

look إذا مال السلك تزداد (↑B) لنقصانه (↓d)

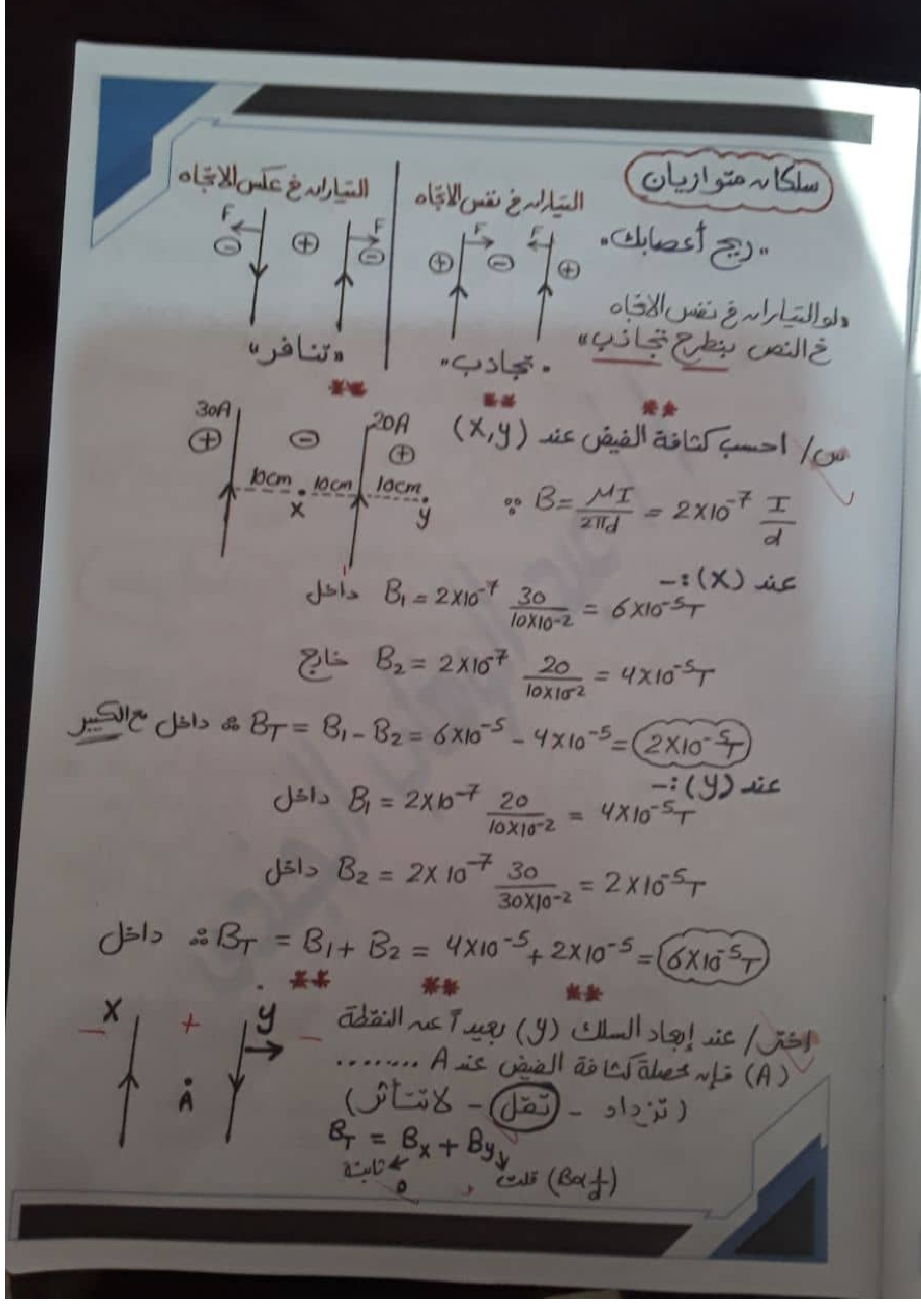
معلومة إضافية «الأسطوانة المعدنية المصمتة»

تنعدم كثافة الفيض عند المحور (A) وتزداد تدريجياً حتى تصبح max عند سطح الأسطوانة ثم تقل.

س) في الشكل الموضح تكون كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عند مرور التيار الكهربي في السلك عند النقطة (x) ...... 4×10^{-6} T

(أكبر من - أقل من - تساوي)

← إذا مال السلك تزداد (↑B) لنقصانه (↓d)



سلكان متوازيان

التياران في نفس الاتجاه ← «تجاذب»

التياران في عكس الاتجاه ← «تنافر»

«ريح أعصابك»

«لو التياران في نفس الاتجاه في النص بنطرح تجاذب»

س/ احسب كثافة الفيض عند (X, y)

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = 2\times10^{-7}\,\frac{I}{d}$$

عند (X):

$$B_1 = 2\times10^{-7}\,\frac{30}{10\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}\,T \quad \text{داخل}$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\,\frac{20}{10\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}\,T \quad \text{خارج}$$

$$\therefore B_T = B_1 - B_2 = 6\times10^{-5} - 4\times10^{-5} = 2\times10^{-5}\,T$$ داخل مع الكبير

عند (y):

$$B_1 = 2\times10^{-7}\,\frac{20}{10\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}\,T \quad \text{داخل}$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\,\frac{30}{30\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}\,T \quad \text{داخل}$$

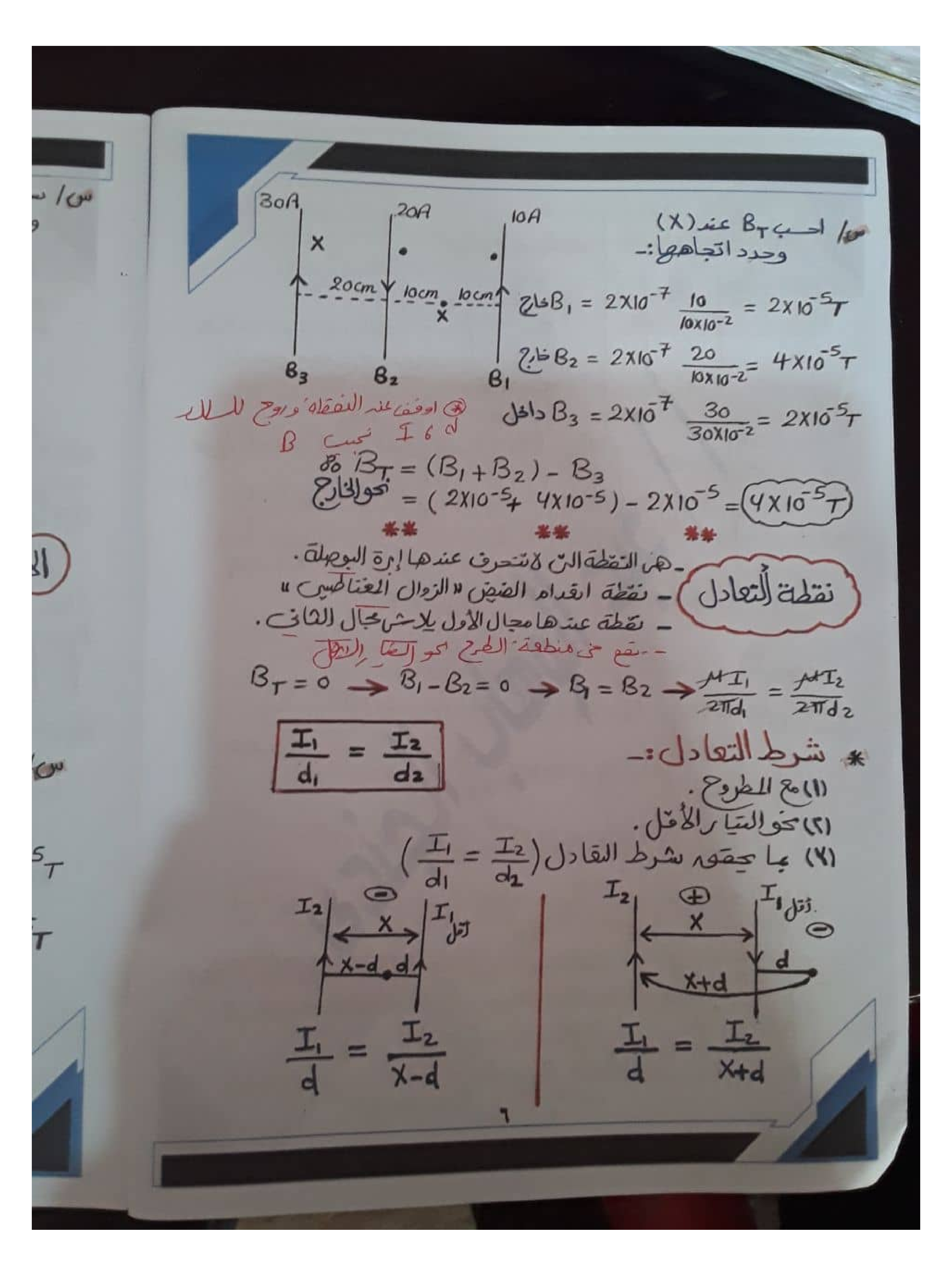
$$\therefore B_T = B_1 + B_2 = 4\times10^{-5} + 2\times10^{-5} = 6\times10^{-5}\,T$$ داخل

اختر/ عند إبعاد السلك (y) بعيداً عن النقطة (A) فإن محصلة كثافة الفيض عند A ....

(تزداد - **تقل** - لا تتأثر)

$$B_T = B_x + B_y$$

B_x ثابتة، B_y قلت $(B \propto \frac{1}{d})$



س/ احسب B_T عند (X) وحدد اتجاهها:-

$B_1 = 2\times10^{-7}\ \frac{10}{10\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}\,T$ خارج

$B_2 = 2\times10^{-7}\ \frac{20}{10\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}\,T$ خارج

$B_3 = 2\times10^{-7}\ \frac{30}{30\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}\,T$ داخل

* اوقف عند النقطة وروح للسلك
B تحسب I و d

$\therefore B_T = (B_1 + B_2) - B_3$

$= (2\times10^{-5} + 4\times10^{-5}) - 2\times10^{-5} = 4\times10^{-5}\,T$ نحو الخارج

** ** **

نقطة التعادل

- هي النقطة التي لا تتحرك عندها إبرة البوصلة.
- نقطة انعدام الفيض «الزوال المغناطيسي»
- نقطة عندها مجال الأول يلاشي مجال الثاني.
- تقع في منطقة الطرح نحو التيار الأقل

$B_T = 0 \rightarrow B_1 - B_2 = 0 \rightarrow B_1 = B_2 \rightarrow \frac{\mu I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu I_2}{2\pi d_2}$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$$

* شرط التعادل:-

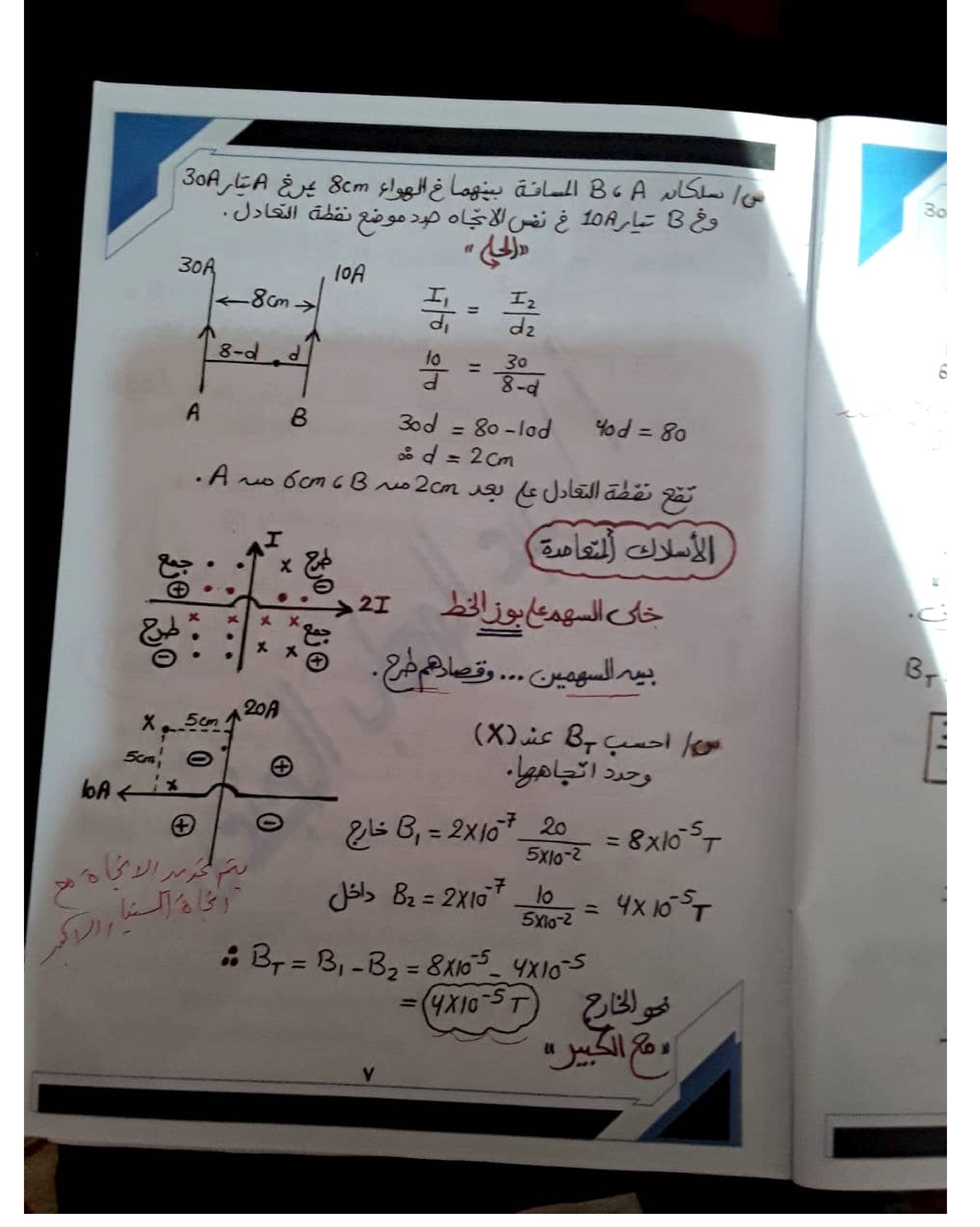
(١) مع الطروح.

(٢) نحو التيار الأقل.

(٣) بما يحقق شرط التعادل $\left(\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}\right)$

$\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{X-d}$

$\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{X+d}$



س/ سلكان A ، B المسافة بينهما في الهواء 8cm يمر في A تيار 30A وفي B تيار 10A في نفس الاتجاه حدد موضع نقطة التعادل.

«الحل»

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$$

$$\frac{10}{d} = \frac{30}{8-d}$$

$$30d = 80 - 10d \qquad 40d = 80$$

$$\therefore d = 2cm$$

تقع نقطة التعادل على بعد 2cm من B ، 6cm من A.

الأسلاك المتعامدة

خلى السهم على بوز الخط

بين السهمين ... وقصادهم طرح.

س/ احسب B_T عند (X) وحدد اتجاهها.

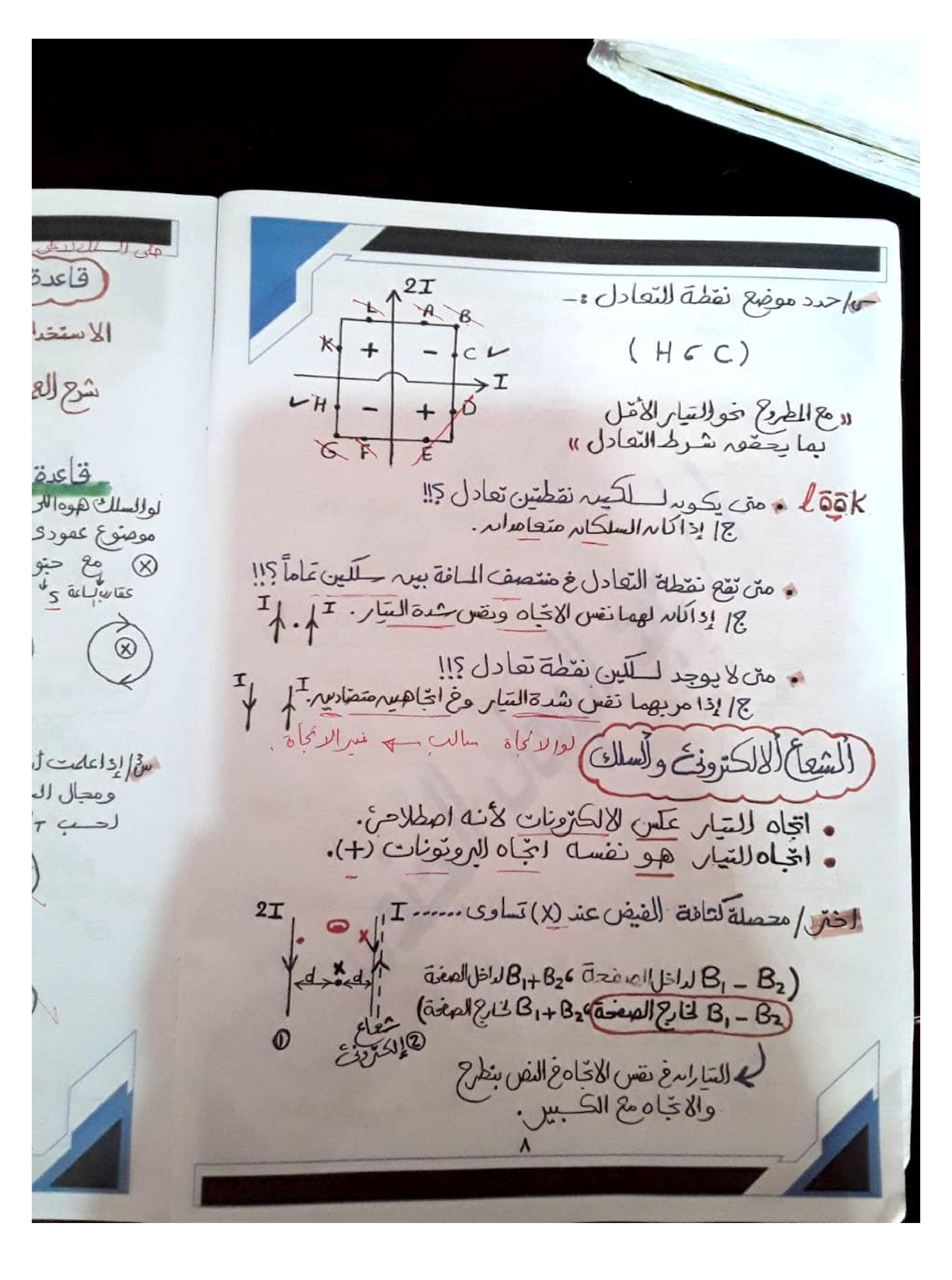
$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{20}{5\times10^{-2}} = 8\times10^{-5}T$$ خارج

$$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{10}{5\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}T$$ داخل

$$\therefore B_T = B_1 - B_2 = 8\times10^{-5} - 4\times10^{-5}$$

$$= 4\times10^{-5}T$$

هو الخارج «مع الكبير»



س/ حدد موضع نقطة التعادل :-

(H ، C)

« مع المطروح نحو التيار الأقل بما يحقق شرط التعادل »

look • متى يكون لسلكين نقطتين تعادل ؟!!

ج/ إذا كان السلكان متعامدان.

• متى تقع نقطة التعادل في منتصف المسافة بين سلكين عاماً ؟!!

ج/ إذا كان لهما نفس الاتجاه ونفس شدة التيار.

• متى لا يوجد لسلكين نقطة تعادل ؟!!

ج/ إذا مر بهما نفس شدة التيار وفي اتجاهين متضادين.

لو الاتجاه سالب ← عكس الاتجاه

الشعاع الالكتروني والسلك

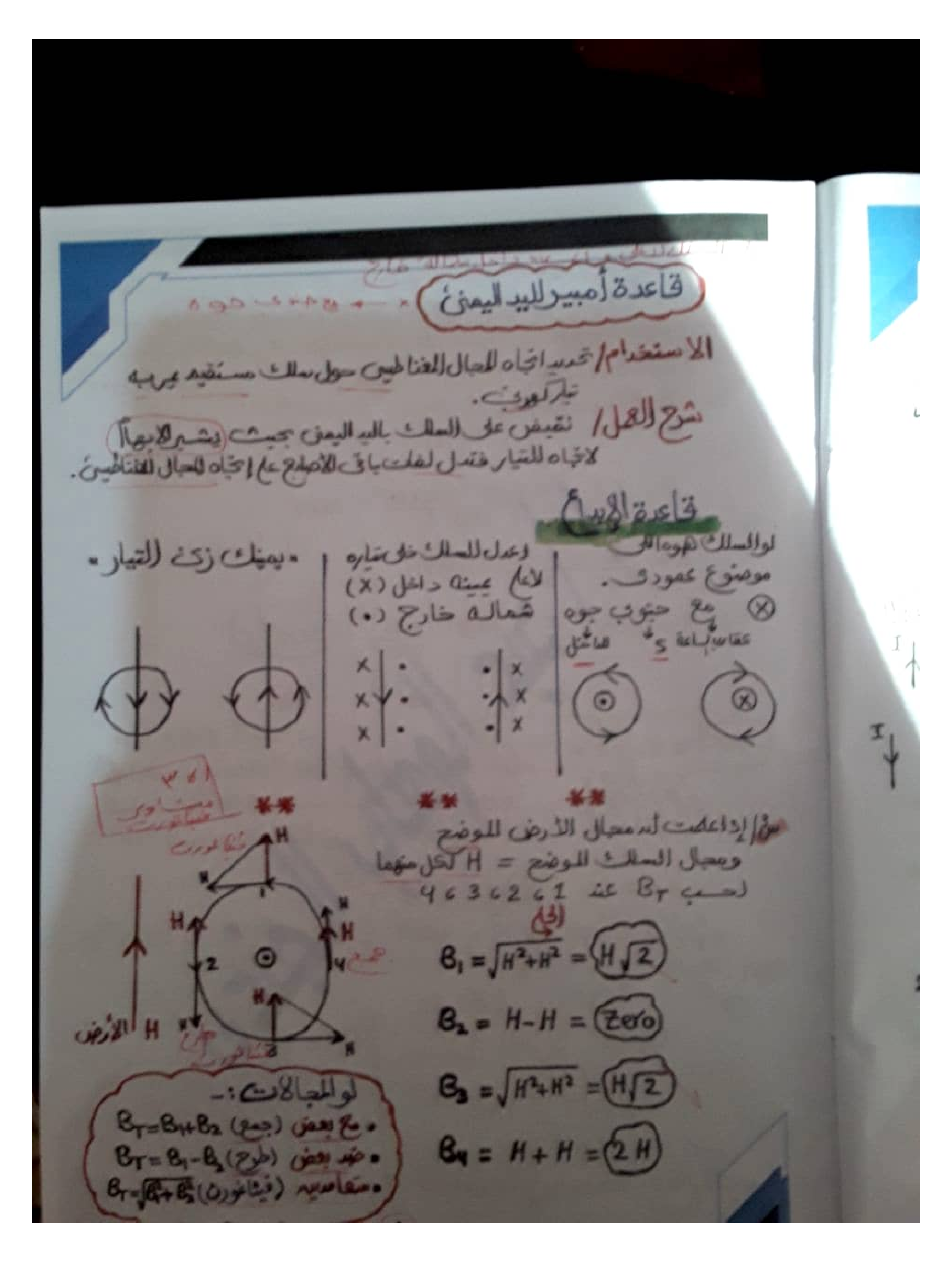
• اتجاه التيار عكس الالكترونات لأنه اصطلاحي.

• اتجاه التيار هو نفسه اتجاه البروتونات (+).

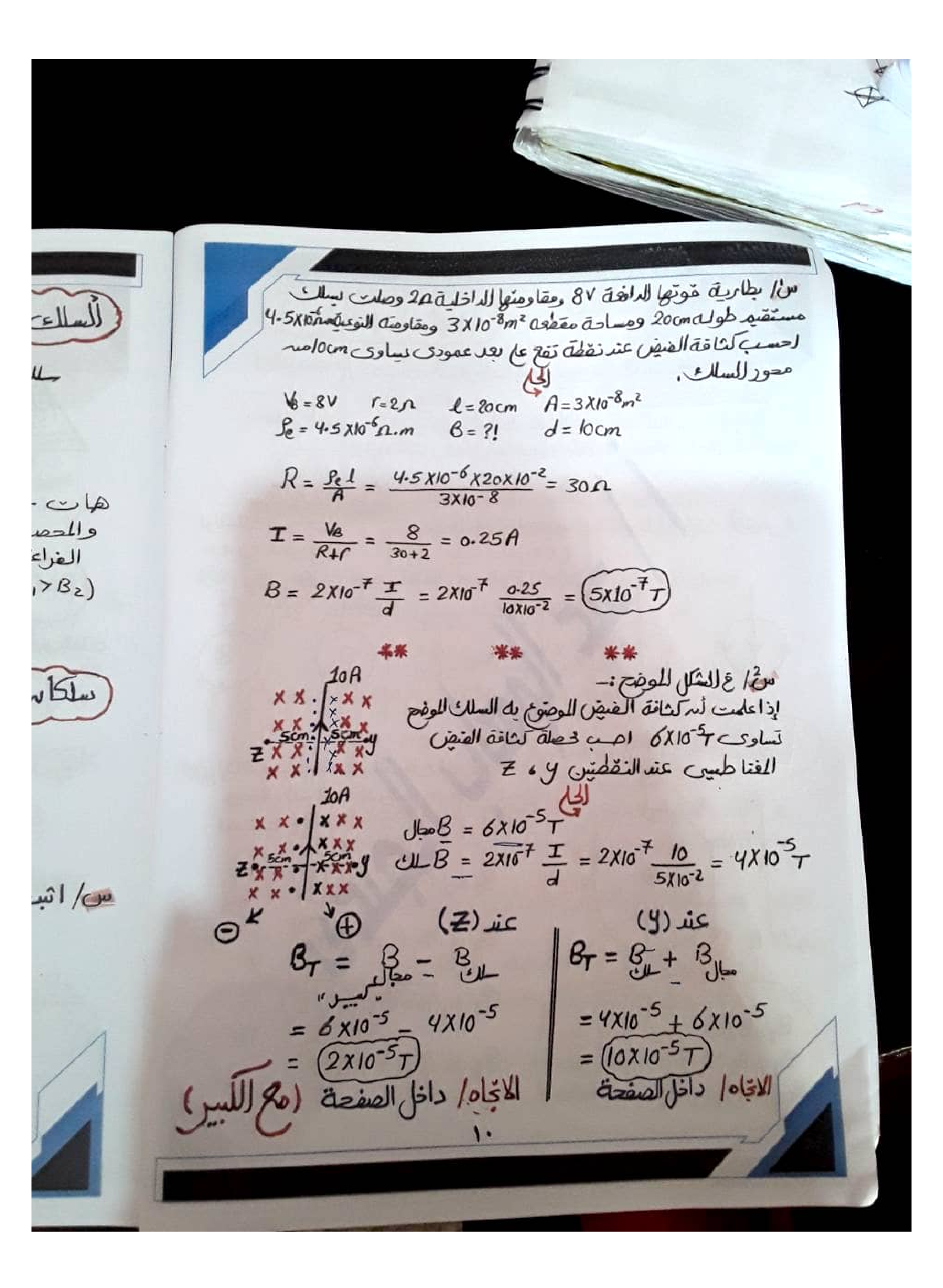
اختر/ محصلة كثافة الفيض عند (X) تساوى ......

($B_1 - B_2$ للداخل الصفحة ، $B_1 + B_2$ للداخل الصفحة ، $B_1 - B_2$ للخارج الصفحة ، $B_1 + B_2$ للخارج الصفحة)

التياران في نفس الاتجاه في النص بنطرح والاتجاه مع الكبير.



قاعدة أمبير لليد اليمنى
الاستخدام/ تحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربي.
شرح العمل/ نقبض على السلك باليد اليمنى بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار فتدل لفة باقي الأصابع على اتجاه المجال المغناطيسي.
قاعدة الإصبع
لو السلك موضوع عمودي.
مع عقارب الساعة
يمينك زي التيار
لو المجالات:-
مع بعض (جمع) $B_T = B_1 + B_2$
ضد بعض (طرح) $B_T = B_1 - B_2$
متعامدين (فيثاغورث) $B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$
س/ إذا علمت أن مجال الأرض الموضح ومجال السلك الموضح = H لكل منهما
احسب B_T عند 1، 2، 3، 4
الحل
$B_1 = \sqrt{H^2 + H^2} = H\sqrt{2}$
$B_2 = H - H = Zero$
$B_3 = \sqrt{H^2 + H^2} = H\sqrt{2}$
$B_4 = H + H = 2H$



س1/ بطارية قوتها الدافعة 8V ومقاومتها الداخلية 2Ω وصلت بسلك مستقيم طوله 20cm ومساحة مقطعه $3\times10^{-8}m^2$ ومقاومته النوعية $4.5\times10^{-6}\Omega.m$ احسب كثافة الفيض عند نقطة تقع على بعد عمودي يساوي 10cm من محور السلك.

الحل

$V_B = 8V \quad r = 2\Omega \quad l = 20cm \quad A = 3\times10^{-8}m^2$

$\rho_e = 4.5\times10^{-6}\Omega.m \quad B = ?! \quad d = 10cm$

$$R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{4.5\times10^{-6}\times20\times10^{-2}}{3\times10^{-8}} = 30\Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{8}{30+2} = 0.25A$$

$$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d} = 2\times10^{-7}\frac{0.25}{10\times10^{-2}} = 5\times10^{-7}T$$

** ** **

س2/ في الشكل الموضح:-
إذا علمت أن كثافة الفيض الموضوع به السلك الموضح تساوي $6\times10^{-5}T$ احسب محصلة كثافة الفيض المغناطيسي عند النقطتين y ، Z

الحل

$B_{مجال} = 6\times10^{-5}T$

$$B_{سلك} = 2\times10^{-7}\frac{I}{d} = 2\times10^{-7}\frac{10}{5\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}T$$

عند (Z)

$B_T = B_{مجال} - B_{سلك}$ "الكبير"

$= 6\times10^{-5} - 4\times10^{-5}$

$= 2\times10^{-5}T$

الاتجاه/ داخل الصفحة (مع الكبير)

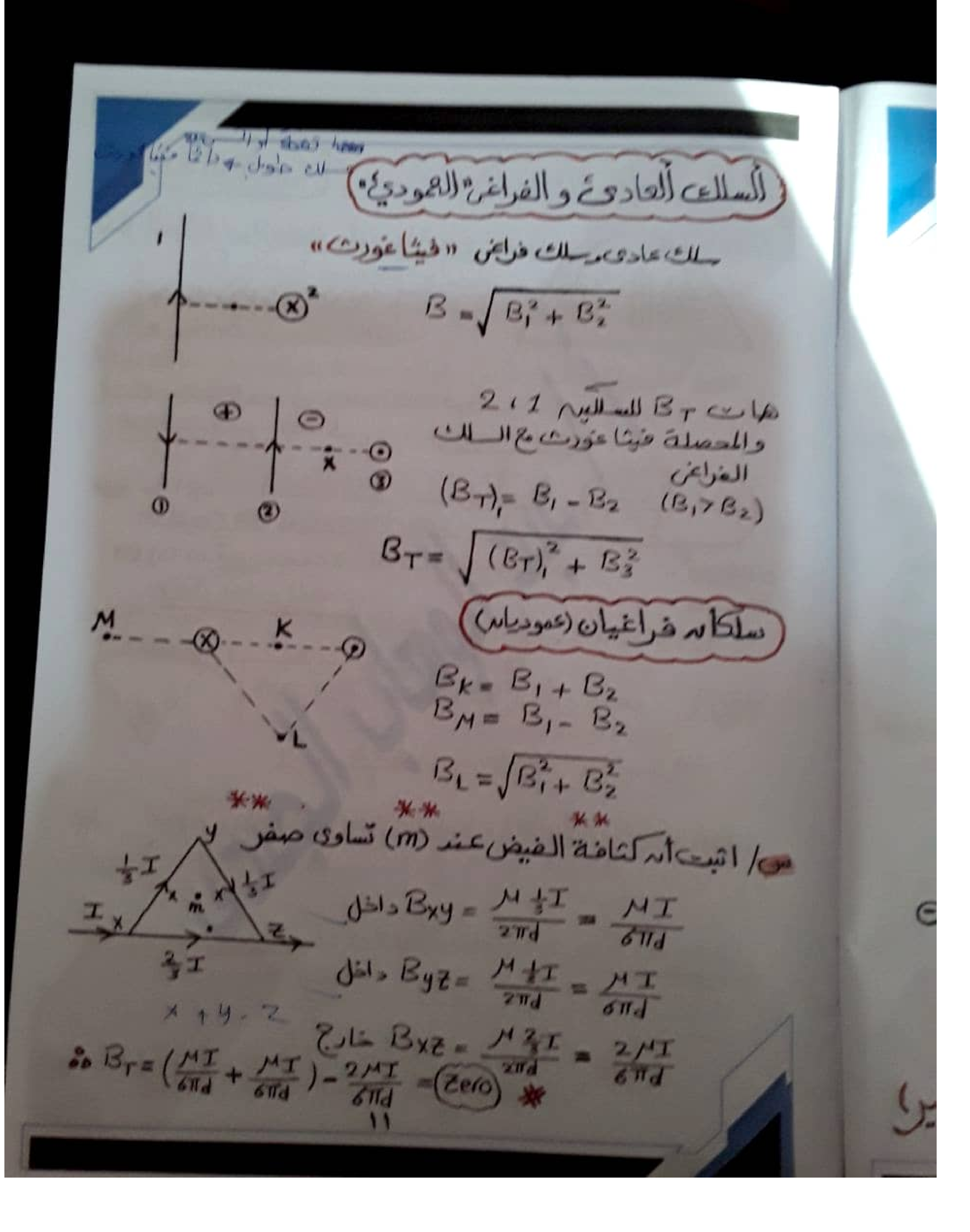
عند (y)

$B_T = B_{سلك} + B_{مجال}$

$= 4\times10^{-5} + 6\times10^{-5}$

$= 10\times10^{-5}T$

الاتجاه/ داخل الصفحة



السلك العادي و الفراغي العمودي

سلك عادي وسلك فراغي «فيثاغورث»

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

هات B_T للسلكين 1، 2 والمحصلة فيثاغورث مع السلك الفراغي

$$(B_T)_1 = B_1 - B_2 \quad (B_1 > B_2)$$

$$B_T = \sqrt{(B_T)_1^2 + B_3^2}$$

سلكان فراغيان (عموديان)

$$B_K = B_1 + B_2$$

$$B_M = B_1 - B_2$$

$$B_L = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

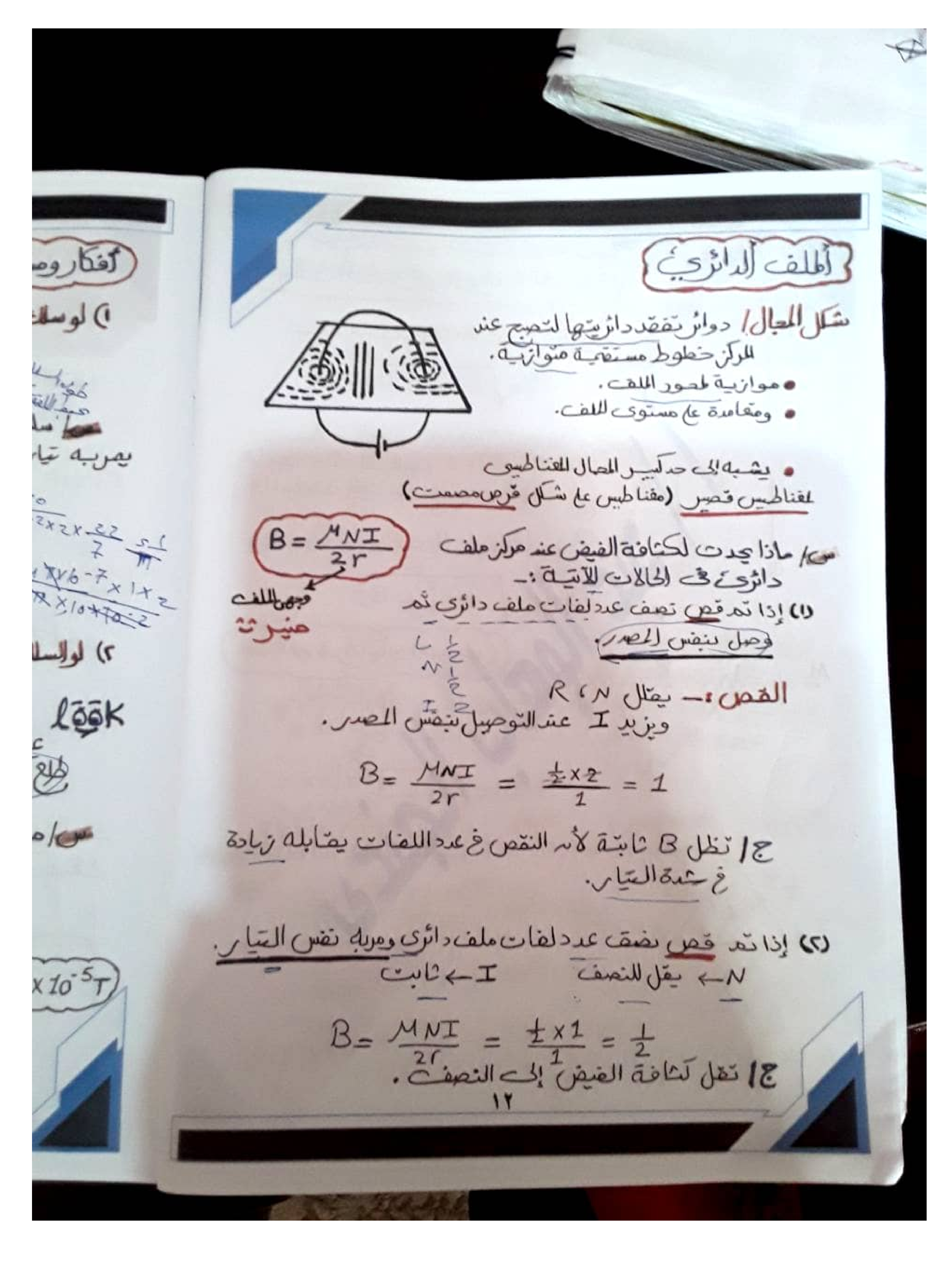
س/ اثبت أن كثافة الفيض عند (m) تساوي صفر

داخل $B_{xy} = \frac{\mu \frac{1}{3} I}{2\pi d} = \frac{\mu I}{6\pi d}$

داخل $B_{yz} = \frac{\mu \frac{1}{3} I}{2\pi d} = \frac{\mu I}{6\pi d}$

خارج $B_{xz} = \frac{\mu \frac{2}{3} I}{2\pi d} = \frac{2\mu I}{6\pi d}$

$$\therefore B_T = \left(\frac{\mu I}{6\pi d} + \frac{\mu I}{6\pi d}\right) - \frac{2\mu I}{6\pi d} = \text{Zero}$$



الملف الدائري

شكل المجال / دوائر تفقد دائريتها لتصبح عند المركز خطوط مستقيمة متوازية.

- موازية لمحور الملف.
- ومتعامدة على مستوى الملف.
- يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لمغناطيس قصير (مغناطيس على شكل قرص مصمت)

$$B = \frac{\mu N I}{2r}$$

وجهي الملف
متغير

س/ ماذا يحدث لكثافة الفيض عند مركز ملف دائري في الحالات الآتية :-

(١) إذا تم قص نصف عدد لفات ملف دائري ثم وصل بنفس المصدر.

$L \frac{1}{2}$
$N \frac{1}{2}$
$I \cdot 2$

القص :- يقلل R ، N
ويزيد I عند التوصيل بنفس المصدر.

$$B = \frac{\mu N I}{2r} = \frac{\frac{1}{2} \times 2}{1} = 1$$

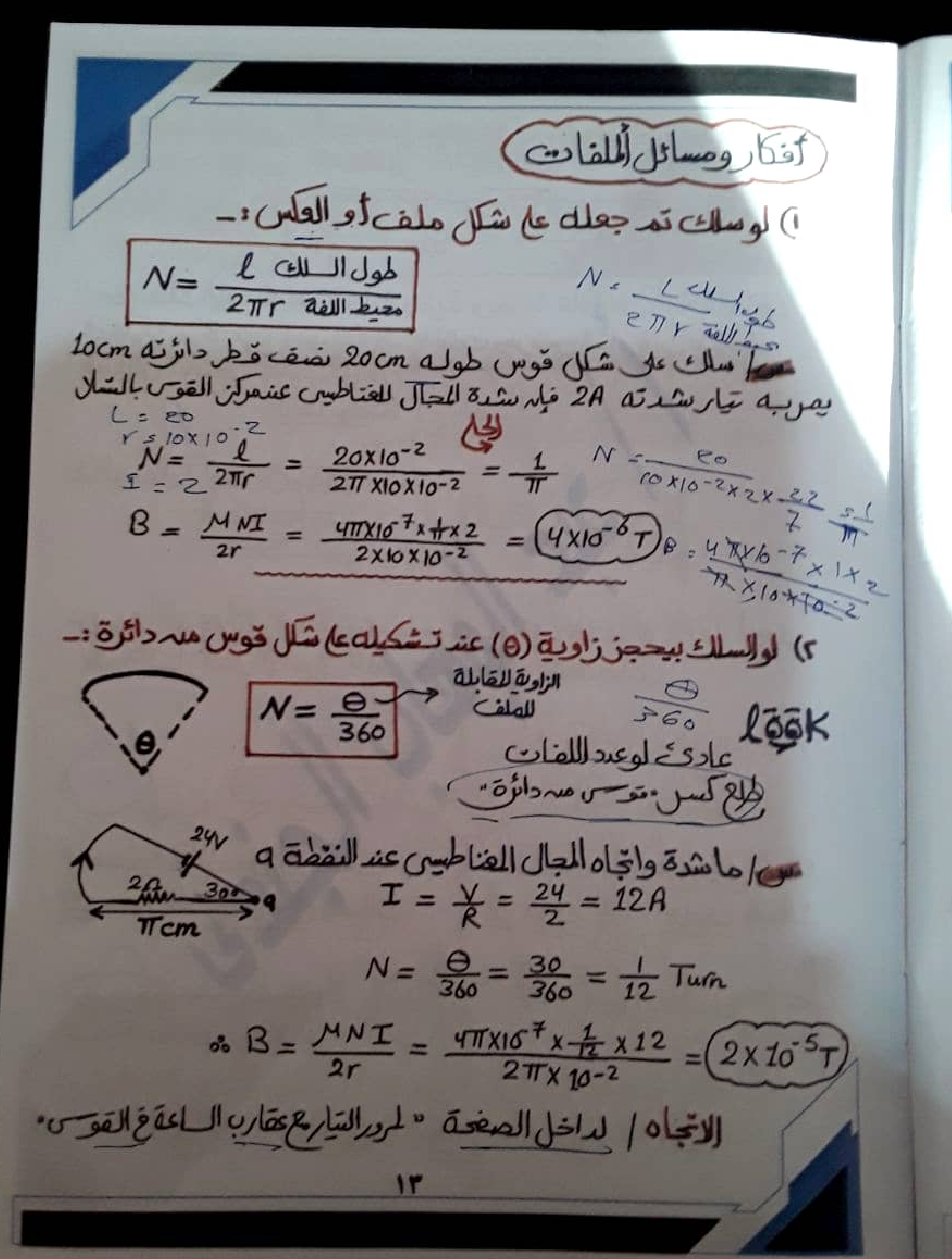
ج/ تظل B ثابتة لأن النقص في عدد اللفات يقابله زيادة في شدة التيار.

(٢) إذا تم قص نصف عدد لفات ملف دائري ومر به نفس التيار.

$N \leftarrow$ يقل للنصف $I \leftarrow$ ثابت

$$B = \frac{\mu N I}{2r} = \frac{\frac{1}{2} \times 1}{1} = \frac{1}{2}$$

ج/ تقل كثافة الفيض إلى النصف.



أفكار ومسائل الملفات

١) لو سلك تم جعله على شكل ملف أو العكس :-

$$N = \frac{\ell \text{ طول السلك}}{2\pi r \text{ محيط اللفة}}$$

$N = \frac{L \text{ طول السلك}}{2\pi r \text{ محيط اللفة}}$

س/ سلك على شكل قوس طوله 20cm نصف قطر دائرته 10cm يمر به تيار شدته 2A فإن شدة المجال المغناطيسي عند مركز القوس بالشكل

$L = 20$, $r = 10\times10^{-2}$, $I = 2$

الحل

$$N = \frac{\ell}{2\pi r} = \frac{20\times10^{-2}}{2\pi\times10\times10^{-2}} = \frac{1}{\pi}$$

$N = \frac{20}{10\times10^{-2}\times2\times\frac{22}{7}}$ $= \frac{1}{\pi}$

$$B = \frac{\mu N I}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times\frac{1}{\pi}\times2}{2\times10\times10^{-2}} = 4\times10^{-6}\,T$$

$B = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1\times2}{\pi\times10\times10^{-2}}$

٢) لو السلك بيحجز زاوية (θ) عند تشكيله على شكل قوس من دائرة :-

$$N = \frac{\theta}{360}$$

الزاوية المقابلة للملف

$\frac{\theta}{360}$ look

عادي لو عدد اللفات

طلع كسر "قوس من دائرة"

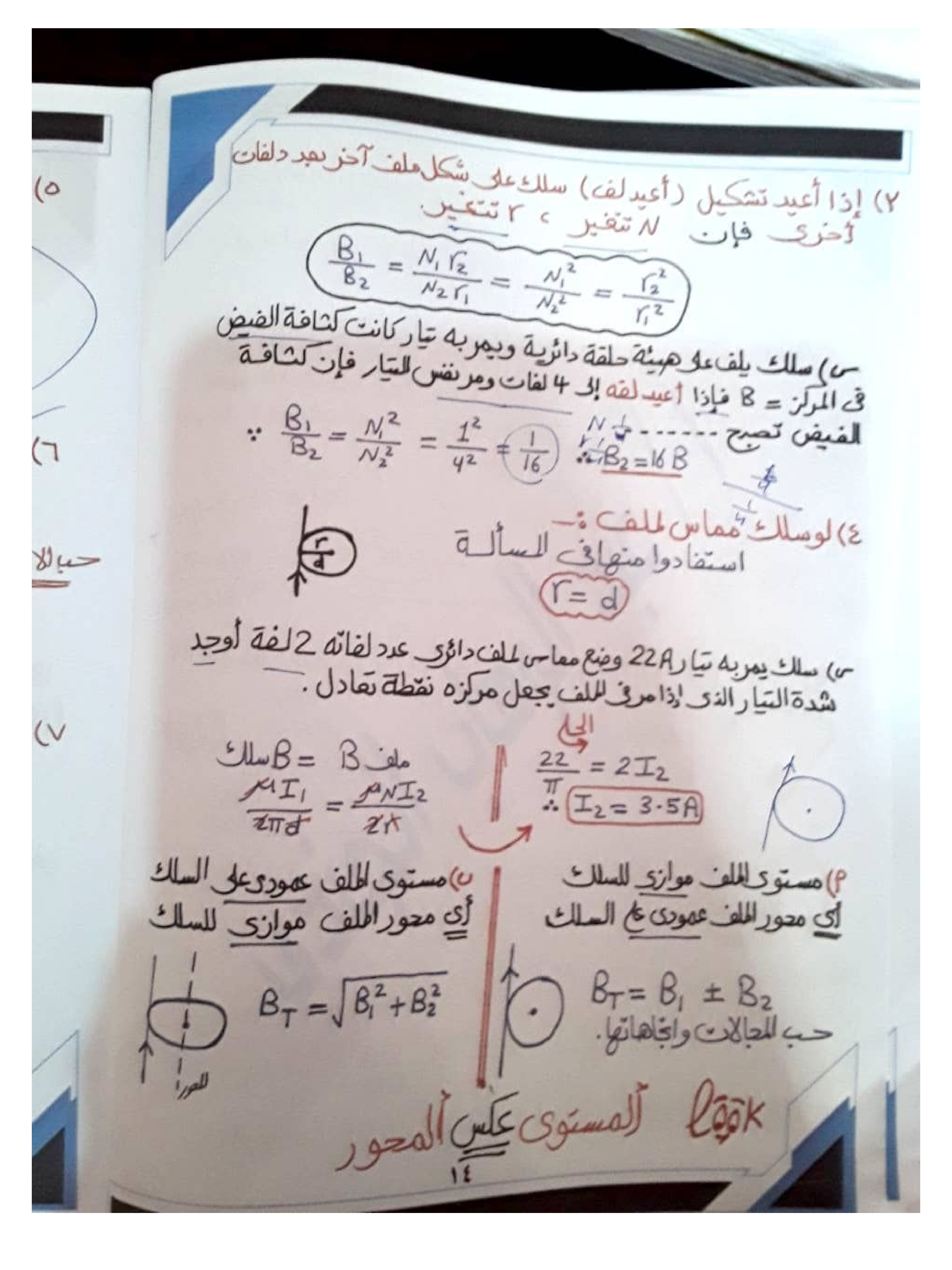
س/ ما شدة واتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة a

$$I = \frac{V}{R} = \frac{24}{2} = 12A$$

$$N = \frac{\theta}{360} = \frac{30}{360} = \frac{1}{12}\ \text{Turn}$$

$$\therefore B = \frac{\mu N I}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times\frac{1}{12}\times12}{2\pi\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}\,T$$

الاتجاه / لداخل الصفحة "لمرور التيار مع عقارب الساعة في القوس"



٢) إذا أعيد تشكيل (أعيد لف) سلك على شكل ملف آخر بعدد لفات أخرى فإن N تتغير ، r تتغير

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

س) سلك يلف على هيئة حلقة دائرية ويمر به تيار كانت كثافة الفيض في المركز = B فإذا أعيد لفه إلى 4 لفات ومر نفس التيار فإن كثافة الفيض تصبح ......

$$\because \frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{1^2}{4^2} = \frac{1}{16} \quad \therefore B_2 = 16\,B$$

٤) لو سلك مماس لملف :-
استفادوا منها في المسألة

$$r = d$$

س) سلك يمر به تيار 22A وضع مماس لملف دائري عدد لفاته 2 لفة أوجد شدة التيار الذي إذا مر في الملف يجعل مركزه نقطة تعادل.

الحل

$$B_{\text{سلك}} = B_{\text{ملف}}$$

$$\frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu N I_2}{2r}$$

$$\frac{22}{\pi} = 2 I_2$$

$$\therefore I_2 = 3.5\,A$$

أ) مستوى الملف موازي للسلك
أي محور الملف عمودي على السلك

$$B_T = B_1 \pm B_2$$

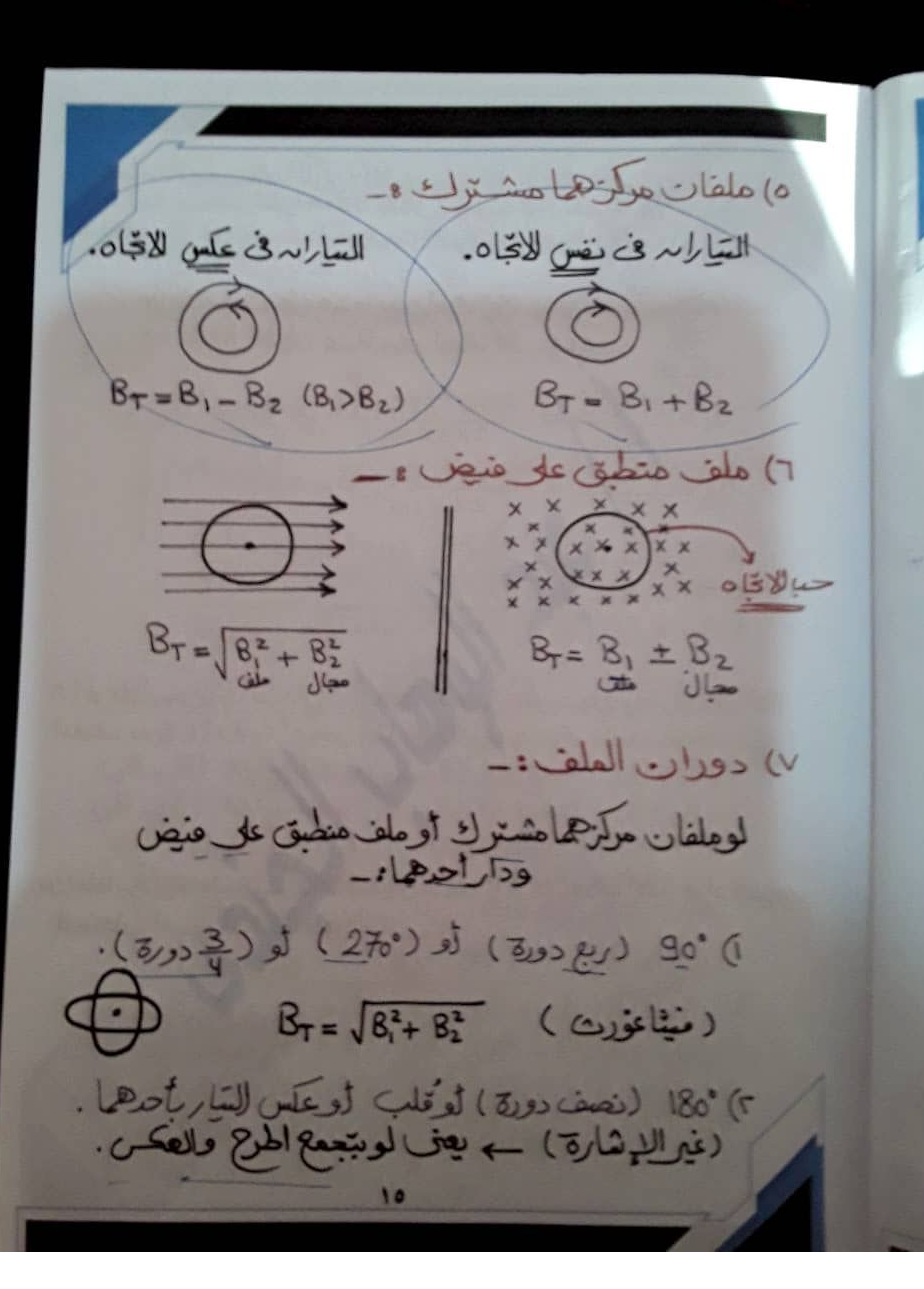
حسب المجالات واتجاهاتها.

ب) مستوى الملف عمودي على السلك
أي محور الملف موازي للسلك

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

المحور

look المستوى عكس المحور



٥) ملفان مركزهما مشترك :-
التياران في نفس الاتجاه.
$B_T = B_1 + B_2$
التياران في عكس الاتجاه.
$B_T = B_1 - B_2 \quad (B_1 > B_2)$
٦) ملف منطبق على فيض :-
حسب الاتجاه
$B_T = B_1 \pm B_2$
ملف مجال
$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$
ملف مجال
٧) دوران الملف :-
لو ملفان مركزهما مشترك أو ملف منطبق على فيض ودار أحدهما :-
١) $90°$ (ربع دورة) أو ($270°$) أو ($\frac{3}{4}$ دورة).
$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$ (فيثاغورث)
٢) $180°$ (نصف دورة) أو قلب أو عكس التيار بأحدهما.
(غير الإشارة) ← يعني لو بتجمع اطرح والعكس.
١٥

س) ملفان دائريان متحدا المركز، الأول يمر به تيار شدته 20A وعدد لفاته 350 لفة ونصف قطره 55 cm والثاني يمر به تيار شدته 7A علماً بأن عدد لفاته 600 لفة ونصف قطره 44 cm والتيار المار فيهما في اتجاه واحد فاحسب

أ) كثافة الفيض عند المركز. جمع

ب) كثافة الفيض عندما يدور أحدهما 180°. طرح

ج) كثافة الفيض عندما يدور أحدهما 90°. فيثاغورث

الحل

$$B_1 = \frac{\mu N_1 I_1}{2r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 350 \times 20}{2 \times 55 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-3} T$$

$$B_2 = \frac{\mu N_2 I_2}{2r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 600 \times 7}{2 \times 44 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-3} T$$

$$\therefore B_T = B_1 + B_2 = 8 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-3} = 14 \times 10^{-3} T$$

$$\therefore B_T = B_1 - B_2 = 8 \times 10^{-3} - 6 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} T$$

$$\therefore B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(8 \times 10^{-3})^2 + (6 \times 10^{-3})^2} = 10^{-2} T$$

8) لو ملفان مركزهما مشترك أو ملف منطبق على فيض ودار أحدهما 180° (نصف دورة) أو قلب أو عكس التيار به وتغير الفيض برقم (نصف - ضعف - ...إلخ)

$(B_1 - B_2)$ الرقم الأكبر من الواحد $= (B_1 + B_2)$ الرقم أقل من 1 $\quad B_1 > B_2$.

$(B_2 - B_1)$ الرقم الأكبر من الواحد $= (B_1 + B_2)$ الرقم أقل من 1 $\quad B_2 > B_1$.

ولو لم يذكر أيهما أكبر نعمل الاحتمالين

س) ملفان مركزهما مشترك كثافة الفيض للأول 3T دار أحدهما 180° فزاد الفيض للضعف احسب كثافة الفيض للثاني.

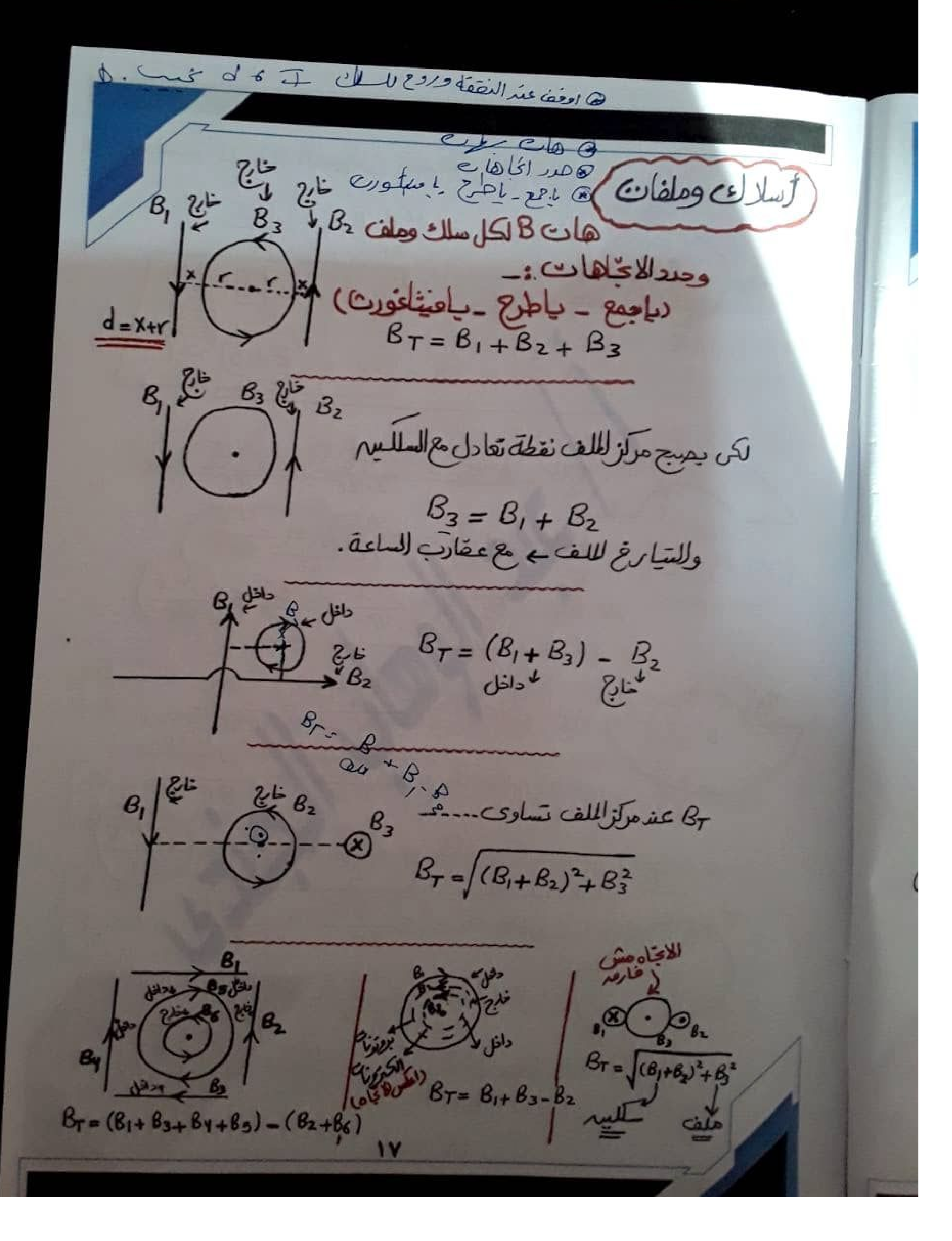
الحل

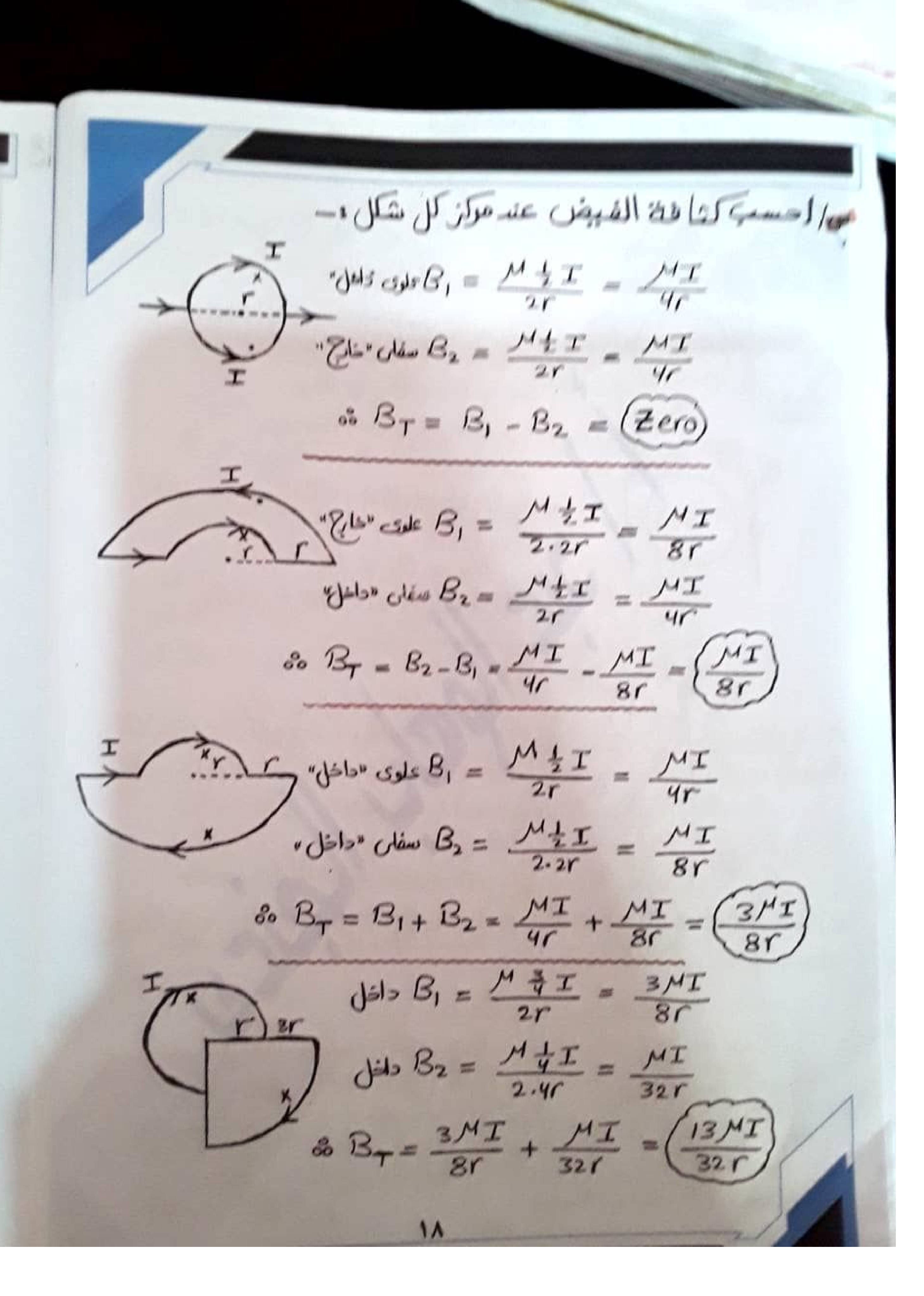
$B_1 > B_2$

$$B_1 + B_2 = 2(B_1 - B_2)$$
$$3 + B_2 = 2(3 - B_2)$$
$$3 + B_2 = 6 - 2B_2$$
$$3B_2 = 3 \qquad B_2 = 1T$$

$B_2 > B_1$

$$B_1 + B_2 = 2(B_2 - B_1)$$
$$3 + B_2 = 2(B_2 - 3)$$
$$3 + B_2 = 2B_2 - 6$$
$$B_2 = 9T$$


أسلاك وملفات
هات B لكل سلك وملف
وحدد الاتجاهات :-
(يا اجمع - يا اطرح - يا فيثاغورث)
$B_T = B_1 + B_2 + B_3$
d = x+r
خارج
لكى يصبح مركز الملف نقطة تعادل مع السلكين
$B_3 = B_1 + B_2$
والتيار فى الملف ← مع عقارب الساعة.
$B_T = (B_1 + B_3) - B_2$
داخل
خارج
عند مركز الملف تساوى B_T
$B_T = \sqrt{(B_1 + B_2)^2 + B_3^2}$
$B_T = (B_1 + B_3 + B_4 + B_5) - (B_2 + B_6)$
$B_T = B_1 + B_3 - B_2$
الاتجاه مش فارق
سلكين
ملف
١٧



س/ احسب كثافة الفيض عند مركز كل شكل :-

B_1 علوى "داخل" $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{\mu I}{4r}$

B_2 سفلى "خارج" $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{\mu I}{4r}$

$\therefore B_T = B_1 - B_2 = \text{Zero}$

B_1 علوى "خارج" $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2 \cdot 2r} = \frac{\mu I}{8r}$

B_2 سفلى "داخل" $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{\mu I}{4r}$

$\therefore B_T = B_2 - B_1 = \frac{\mu I}{4r} - \frac{\mu I}{8r} = \frac{\mu I}{8r}$

B_1 علوى "داخل" $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{\mu I}{4r}$

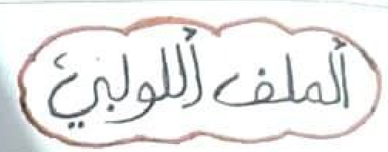
B_2 سفلى "داخل" $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2 \cdot 2r} = \frac{\mu I}{8r}$

$\therefore B_T = B_1 + B_2 = \frac{\mu I}{4r} + \frac{\mu I}{8r} = \frac{3\mu I}{8r}$

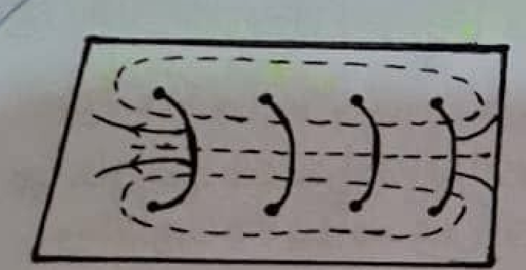
B_1 داخل $= \frac{\mu \frac{3}{4} I}{2r} = \frac{3\mu I}{8r}$

B_2 داخل $= \frac{\mu \frac{1}{4} I}{2 \cdot 4r} = \frac{\mu I}{32r}$

$\therefore B_T = \frac{3\mu I}{8r} + \frac{\mu I}{32r} = \frac{13\mu I}{32r}$

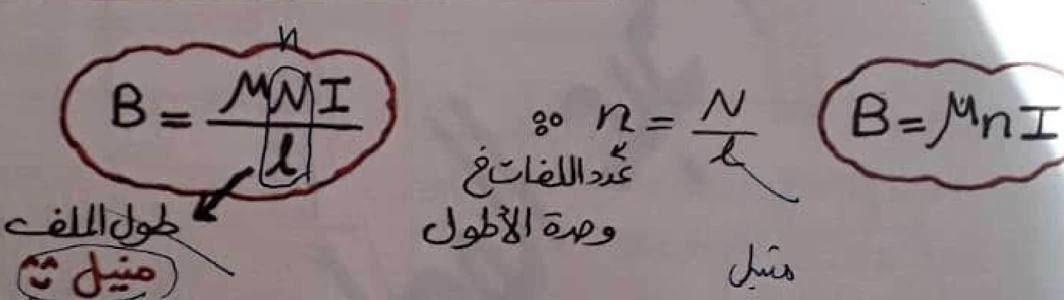


شكل المجال /



خطوط مستقيمة متوازية داخل محور الملف تكون خارجه مسارات مغلقة.

- كل خط بمثابة مسار مغلق يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي (مغناطيس طويل).



س/ ماذا يحدث لكثافة الفيض عند محور الملف اللولبي في الحالات الآتية:-

← ضغط ملف لولبي ليقل طوله للنصف ووصل بنفس المصدر. ($l \; \frac{1}{2}$)

تزداد كثافة الفيض إلى الضعف لأن طول الملف يقل إلى النصف مع ثبوت عدد اللفات ($B \propto \frac{1}{l}$)

- $N \rightarrow$ ثابت
- $l \rightarrow$ يقل
- $n \rightarrow$ يزداد

← قطع نصف طول الملف وتوصيل ما تبقى منه بنفس البطارية

$B = \frac{\frac{1}{2} \times 2}{\frac{1}{2}} = 2$

تزداد كثافة الفيض إلى الضعف.

- $R \rightarrow \frac{1}{2}$
- $I \rightarrow 2$
- $N \rightarrow \frac{1}{2}$
- $l \rightarrow \frac{1}{2}$
- $n \rightarrow$ ثابت

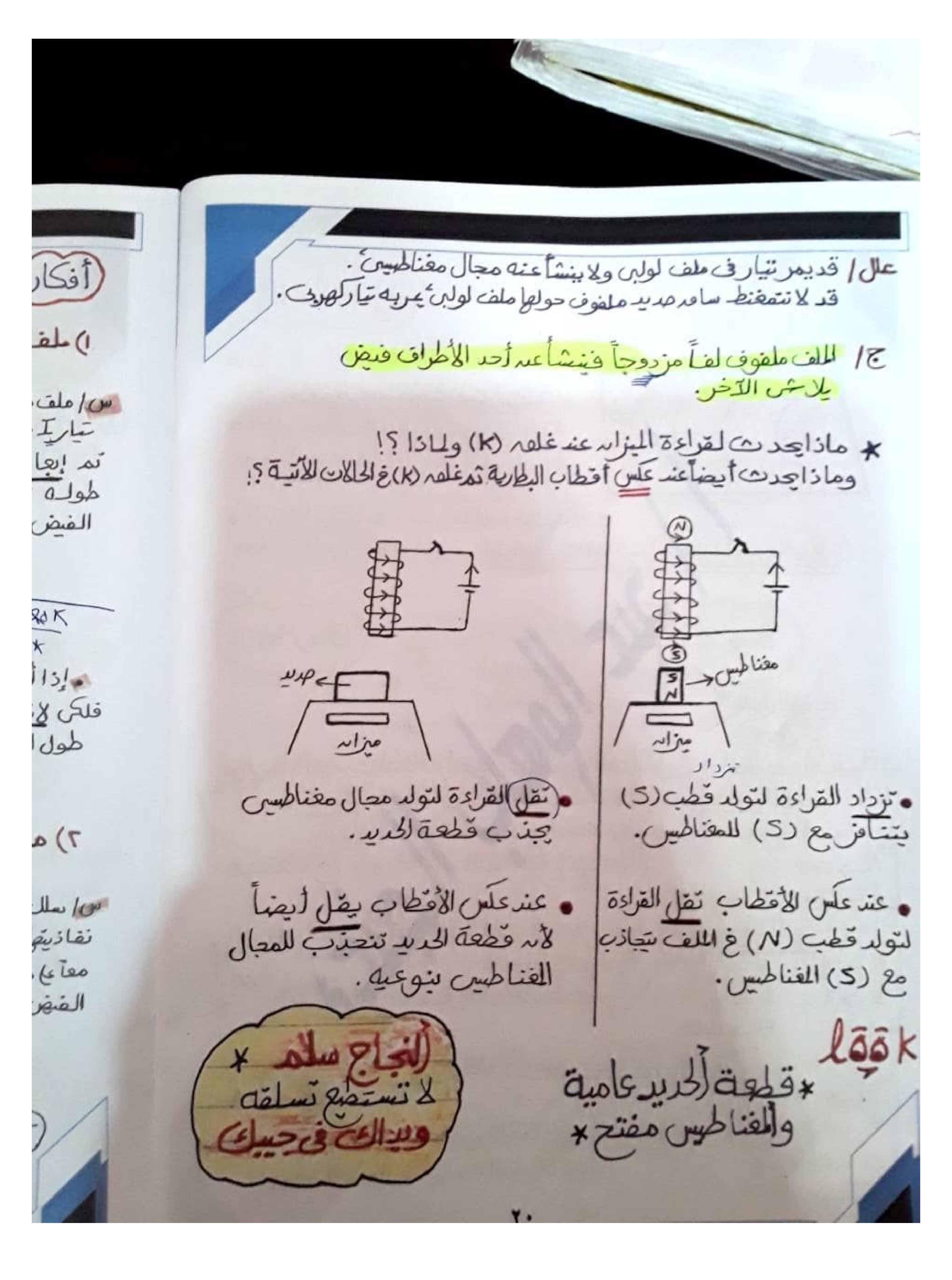
$l \; \frac{1}{2}$ ، $N \; \frac{1}{2}$ ، $I \; 2$

← قطع نصف طول الملف ومرور نفس شدة التيار.

$B = \frac{\frac{1}{2} \times 1}{\frac{1}{2}} = 1$

تظل كثافة الفيض ثابتة لأن عدد اللفات لوحدة الأطوال وشدة التيار ثابتين.

- $N \rightarrow \frac{1}{2}$
- $l \rightarrow \frac{1}{2}$
- $n \rightarrow$ ثابت
- $I \rightarrow$ ثابت



علل/ قد يمر تيار في ملف لولبي ولا ينشأ عنه مجال مغناطيسي.
قد لا تتمغنط ساق حديد ملفوف حولها ملف لولبي يمر به تيار كهربي.

ج/ الملف ملفوف لفاً مزدوجاً فينشأ عند أحد الأطراف فيض يلاشي الآخر.

* ماذا يحدث لقراءة الميزان عند غلق (K) ولماذا ؟!
وماذا يحدث أيضاً عند عكس أقطاب البطارية ثم غلق (K) في الحالات الآتية ؟!

• تزداد القراءة لتولد قطب (S) يتنافر مع (S) للمغناطيس.

• تقل القراءة لتولد مجال مغناطيسي يجذب قطعة الحديد.

• عند عكس الأقطاب تقل القراءة لتولد قطب (N) في الملف يتجاذب مع (S) المغناطيس.

• عند عكس الأقطاب يقل أيضاً لأن قطعة الحديد تنجذب للمجال المغناطيسي بنوعيه.

* قطعة الحديد عامية والمغناطيس مفتح *

* النجاح سلم لا تستطيع تسلقه ويداك في جيبك

أفكار المسائل

١) ملف دائري أبعدت لفاته بانتظام فأصبح لولبي أو العكس :-

س/ ملف دائري عدد لفاته N ونصف قطره r يمر به تيار I فكانت كثافة الفيض عند مركزه B فإذا تم إبعاد لفاته بانتظام ليصبح ملف حلزوني طوله $20r$ ومر به نفس التيار فتكون كثافة الفيض عند منتصف محوره ------

$$\frac{B_{دائري}}{B_{لولبي}} = \frac{l}{2r} = \frac{20r}{2r} = 10$$

$$\therefore B_{لولبي} = \frac{B}{10}$$

• إذا أبعدت لفات ملف دائري ليصبح لولبي فلكي لا تتأثر كثافة الفيض يجب أن يكون طول اللولبي $2r$ --------- (يساوي قطر الدائري)

لولبي N = N دائري

$$\frac{B_1 \cdot 2r}{\mu I} = \frac{B_2\, l}{\mu I}$$

$$B_1 \cdot 2r = B_2 \cdot l$$ ✓

$$\frac{B_{دائري}}{B_{لولبي}} = \frac{l}{2r}$$

بالطبع ستتعب... لو كان النجاح سهلاً لوصل إليه الجميع !!

٢) ملف لولبي لفاته متماسة مع بعضها :-

س/ سلك معزول قطره $0.2cm$ لف حول ساق حديد نفاذيتها $2\times10^{-3}\ Wb/A.m$ بحيث تكون اللفات متماسة معاً على طول الساق فإذا مر بها تيار شدته $5A$ احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند منتصف محوره.

الحل

$$\because l = N \cdot 2r$$

$$\therefore B = \frac{\mu N I}{l} = \frac{2\times10^{-3}\times N\times 5}{0.2\times10^{-2}\, N} = 5T$$

l طول الملف $= N \cdot 2r_{سلك}$

$$B = \frac{\mu N I}{l} = \frac{\mu N I}{N \cdot 2r}$$

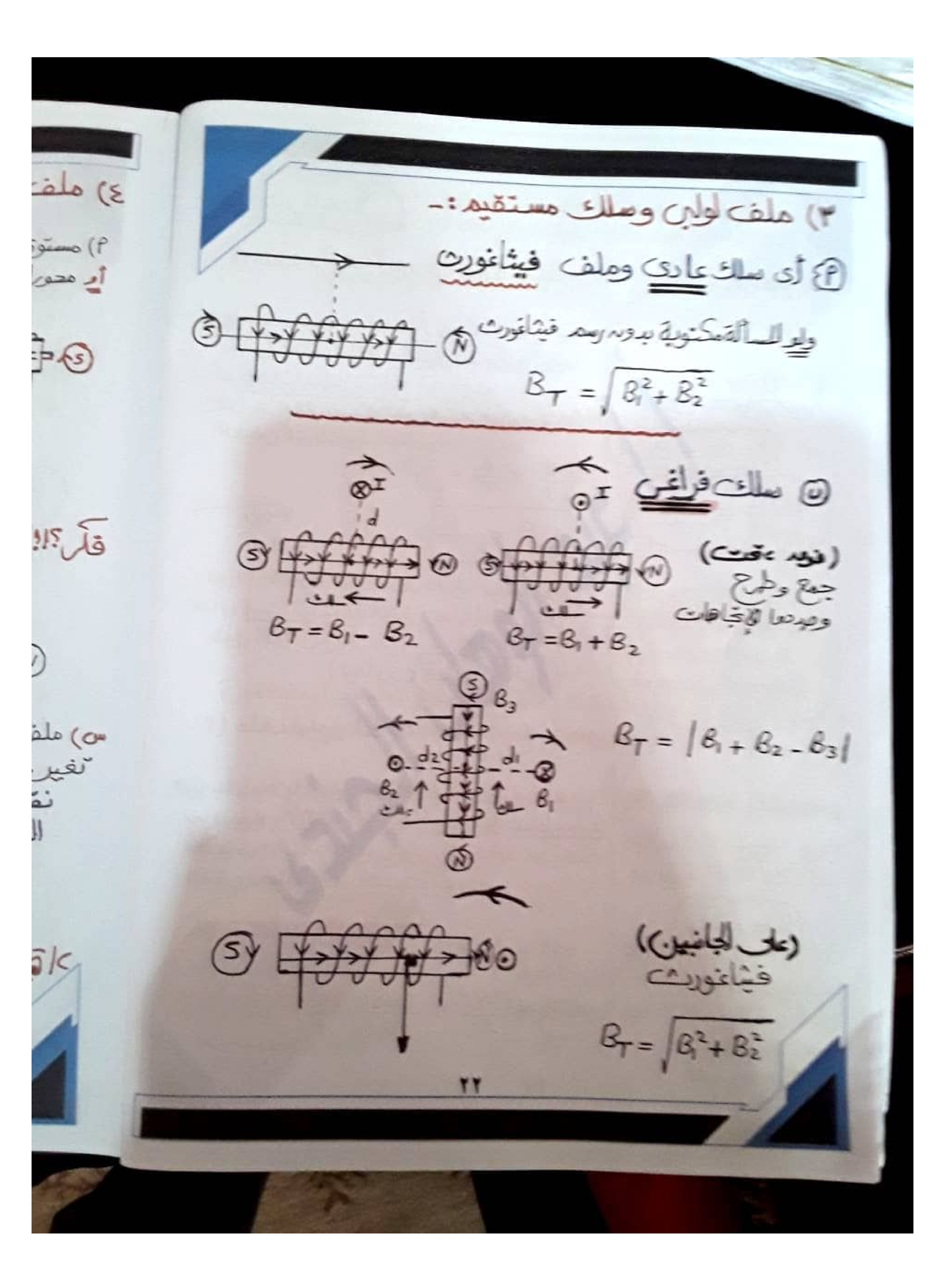
$$B = \frac{\mu I}{2r}$$ ← سلك

سلك انعمل ملف

$$l_{سلك} = 2\pi r_{ملف} \cdot N$$

سلك لولبي لفاته متماسة

$$l_{ملف} = 2r_{سلك} \cdot N$$



٣) ملف لولبي وسلك مستقيم :-

أ) أي سلك عادي وملف فيثاغورث

ولو المسألة مكتوبة بدون رسم فيثاغورث

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

ب) سلك فراغي

(فوق تحت)
جمع وطرح
وحددوا الإتجاهات

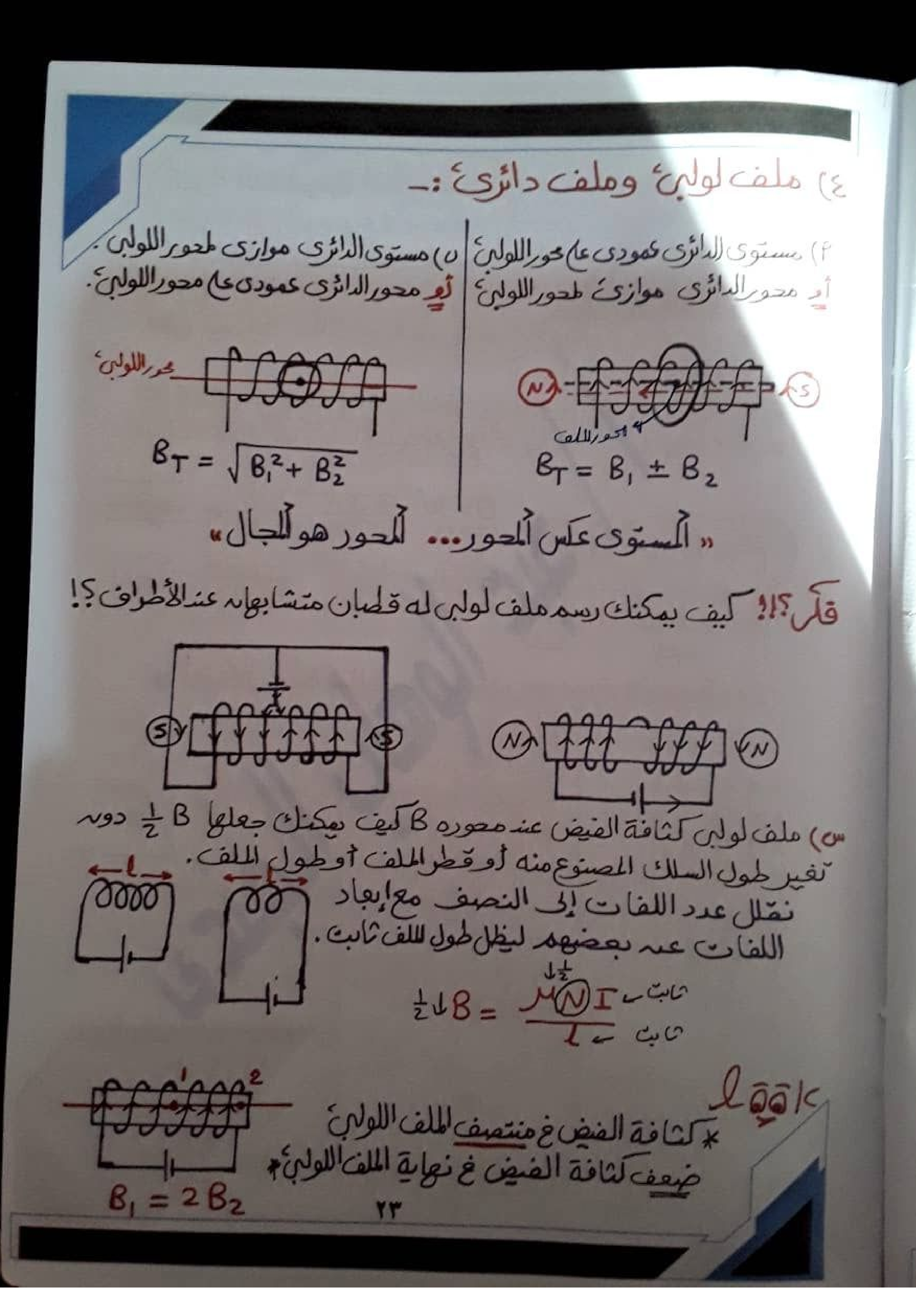
$$B_T = B_1 + B_2$$

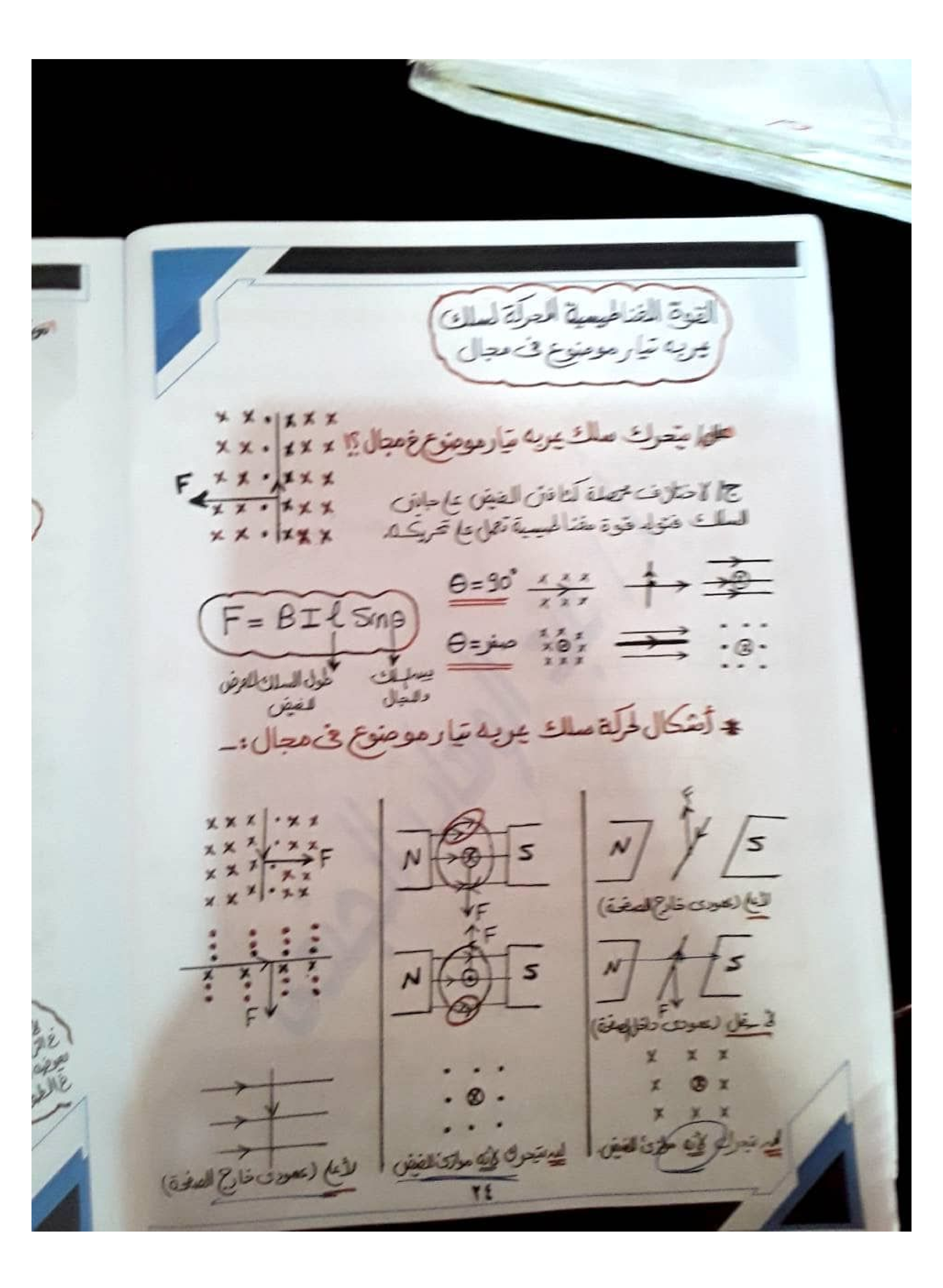
$$B_T = B_1 - B_2$$

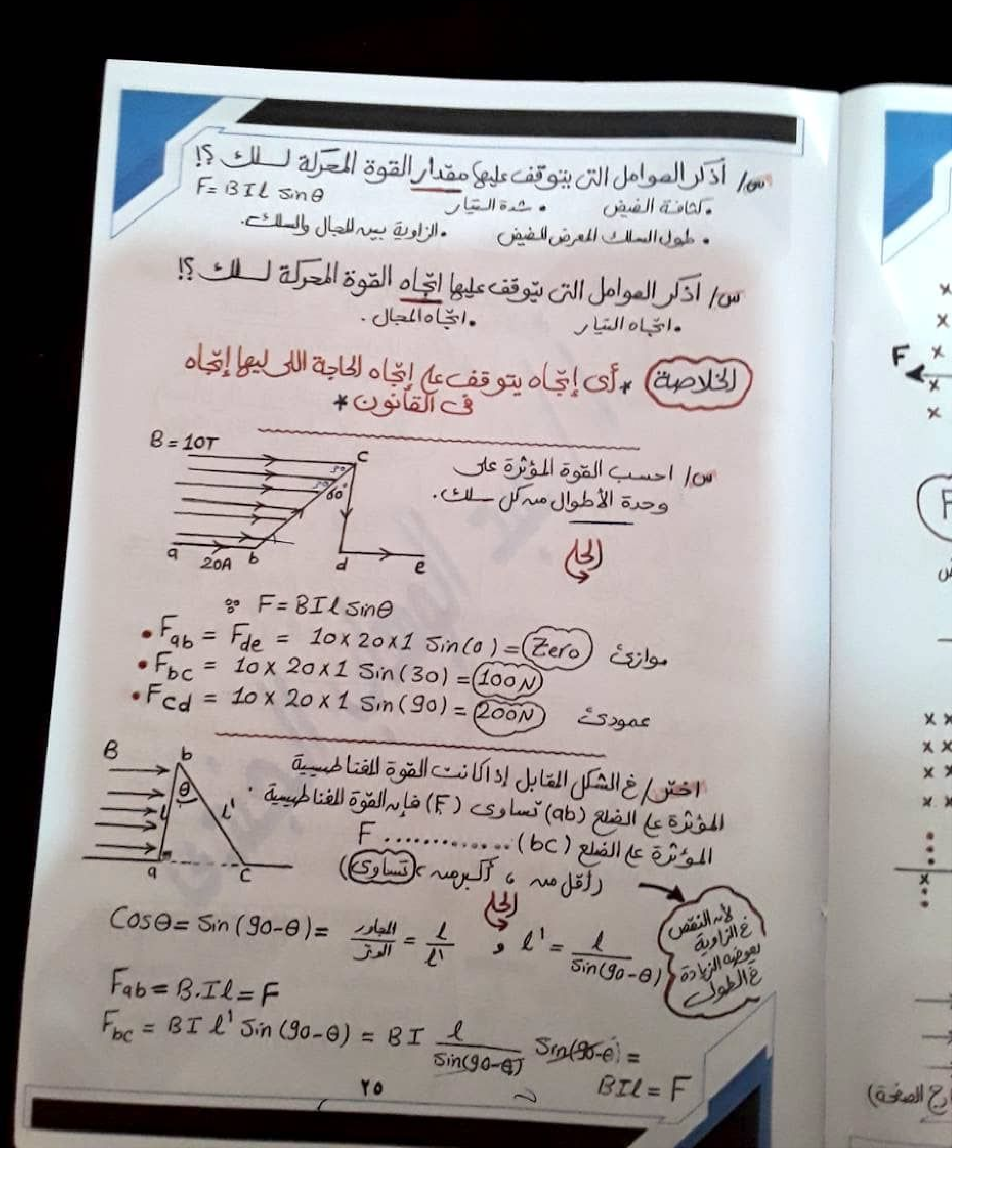
$$B_T = |B_1 + B_2 - B_3|$$

(على الجانبين)
فيثاغورث

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$


٤) ملف لولبي وملف دائري :-
١) مستوى الدائري عمودي على محور اللولبي
أي محور الدائري موازي لمحور اللولبي
٢) مستوى الدائري موازي لمحور اللولبي .
أي محور الدائري عمودي على محور اللولبي
محور الملف
محور اللولبي
$B_T = B_1 \pm B_2$
$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$
" المستوى عكس المحور... المحور هو المجال "
فكر ؟!! كيف يمكنك رسم ملف لولبي له قطبان متشابهان عند الأطراف ؟!
س) ملف لولبي كثافة الفيض عند محوره B كيف يمكنك جعلها $\frac{1}{2}$ B دون تغير طول السلك المصنوع منه أو قطر الملف أو طول الملف .
نقلل عدد اللفات إلى النصف مع إبعاد اللفات عن بعضهم ليظل طول الملف ثابت .
$\frac{1}{2} \downarrow B = \frac{\mu N I}{l}$
ثابت
ثابت
احفظ
* كثافة الفيض في منتصف الملف اللولبي ضعف كثافة الفيض في نهاية الملف اللولبي
$B_1 = 2 B_2$
٢٣


القوة المغناطيسية المحركة لسلك يمر به تيار موضوع في مجال
علل: يتحرك سلك يمر به تيار موضوع في مجال ؟!
ج/ لاختلاف محصلة كثافة الفيض على جانبي السلك فتولد قوة مغناطيسية تعمل على تحريكه
F
$\theta = 90°$
$\theta =$ صفر
$F = BI\ell \sin\theta$
طول السلك المعرض للفيض
بين السلك والمجال
* أشكال لحركة سلك يمر به تيار موضوع في مجال :-
N
S
لأعلى (عمودي خارج الصفحة)
لأسفل (عمودي داخل الصفحة)
لا يتحرك لأنه موازي للفيض
لأعلى (عمودي خارج الصفحة)
٢٤
المسوحة ضوئيا بـ CamScanner



س/ اذكر العوامل التى يتوقف عليها مقدار القوة المحركة لـسلك ؟!

$F = BIl\sin\theta$

- كثافة الفيض
- شدة التيار
- طول السلك المعرض للفيض
- الزاوية بين المجال والسلك.

س/ اذكر العوامل التى يتوقف عليها اتجاه القوة المحركة لـسلك ؟!

- اتجاه التيار
- اتجاه المجال.

(الخلاصة) * أى إتجاه يتوقف على إتجاه الحاجة اللى ليها إتجاه فى القانون *

س/ احسب القوة المؤثرة على وحدة الأطوال من كل سلك.

B = 10T, 20A, 30°, 60°, a, b, c, d, e

(الحل)

$F = BIl\sin\theta$

- $F_{ab} = F_{de} = 10 \times 20 \times 1 \sin(0) =$ (Zero) موازى
- $F_{bc} = 10 \times 20 \times 1 \sin(30) =$ (100N)
- $F_{cd} = 10 \times 20 \times 1 \sin(90) =$ (200N) عمودى

اختر/ فى الشكل المقابل إذا كانت القوة المغناطيسية المؤثرة على الضلع (ab) تساوى (F) فإن القوة المغناطيسية المؤثرة على الضلع (bc) .... F

(أقل من ، أكبر من ، (تساوى))

B, a, b, c, θ, l, l'

(الحل)

$\cos\theta = \sin(90-\theta) = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{l}{l'}$ ، $l' = \frac{l}{\sin(90-\theta)}$

لأن النقص فى الزاوية يعوضه الزيادة فى الطول

$F_{ab} = B.Il = F$

$F_{bc} = BIl'\sin(90-\theta) = BI\frac{l}{\sin(90-\theta)}\sin(90-\theta) = BIl = F$

س/ متى يمر تيار في سلك موضوع في فيض وحر الحركة ولا يتحرك ؟!!

السلك موضوع موازي لخطوط الفيض.

$F = BIl \sin\theta \quad \theta = 0 \quad \sin 0 = 0 \quad F = 0$

س/ متى يمر تيار في سلك موضوع عمودي في مجال وحر الحركة ولايتحرك ؟!!

السلك متزن أي تؤثر عليه قوة لأعلى تساوي وزنه لأسفل كما بالشكل.

مسائل السلك المتزن (المعلق) ينعدم وزنه ظاهرياً - لا يسقط

$\uparrow F = W \downarrow$

$BIl = mg$

$BI = \left(\frac{m}{l}\right) g$

$\frac{m}{l}$ ← كتلة وحدة الأطوال (kg/m) = الكثافة الطولية ρ_L (kg/m)

$\uparrow F = W \downarrow$

$BIl = mg$

$BIl = \rho\, vol\, g$

$BIl = \rho A l g$

$BI = \rho A g$

ρ ← كثافة مادة السلك (kg/m³)، $A = \pi r^2$

س/ قضيب معدني ab طوله 0.4m وكتلته 50g معلق بلفيه زنبركيين معزولين مهملي الكتلة في مجال مغناطيسي شدته 0.2T كما في الشكل بحيث يكون القضيب جزءاً من دائرة كهربية أوجد:

(أ) مقدار شدة التيار واتجاهه في القضيب اذا كانت قوى الشد في الملفين الزنبركيين تساوي صفر.

(ب) مقدار الشد في كل ملف زنبركي اذا تم عكس اتجاه التيار مع الاحتفاظ بقيمته السابقة ($g = 10 m/s^2$)

الحل

$F_{مغناطيسية} = F_g$

$BIl = mg$

$0.2 \times I \times 0.4 = 50 \times 10^{-3} \times 10$

$\therefore I = 6.25A$

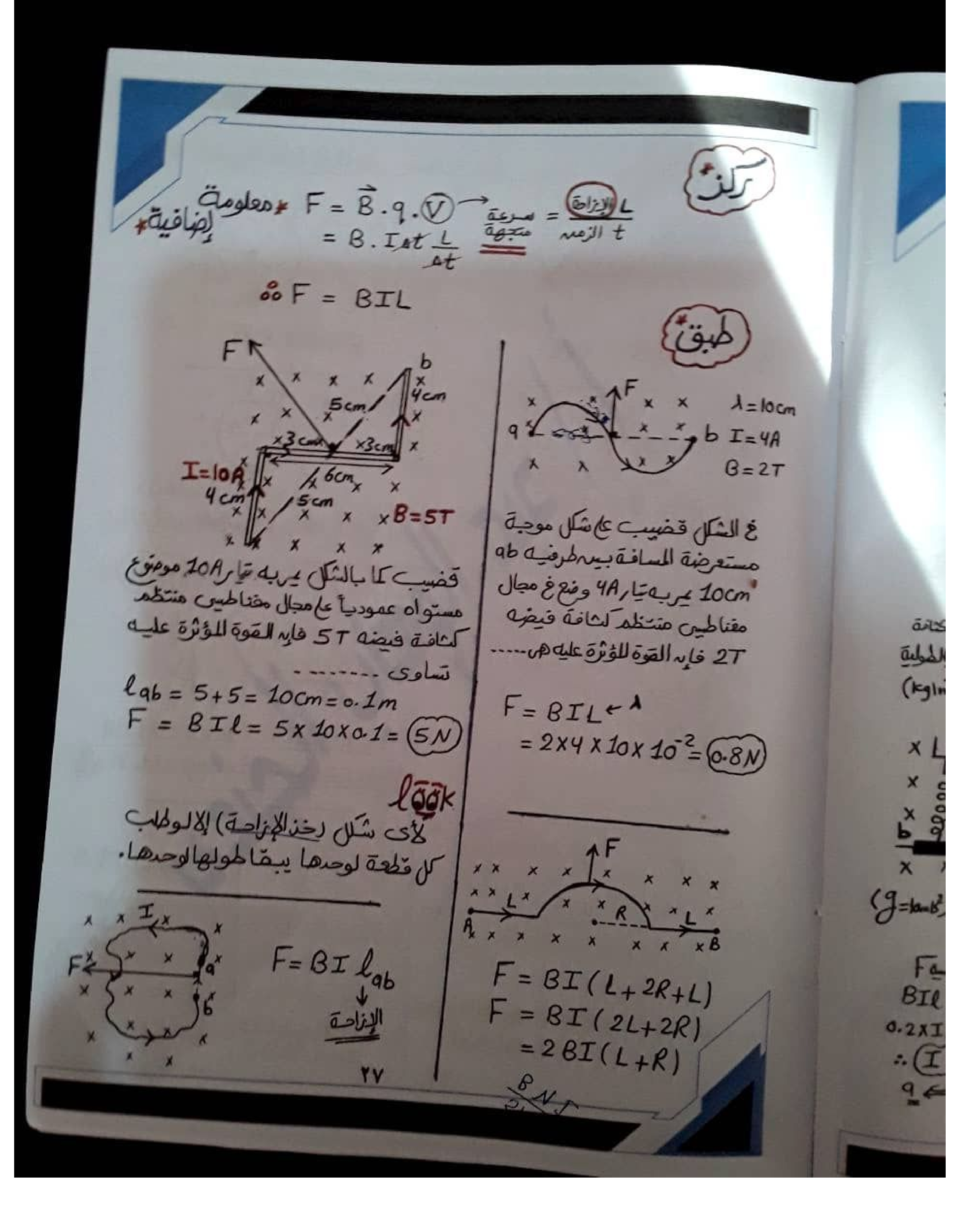
اتجاه التيار في القضيب من b الى a

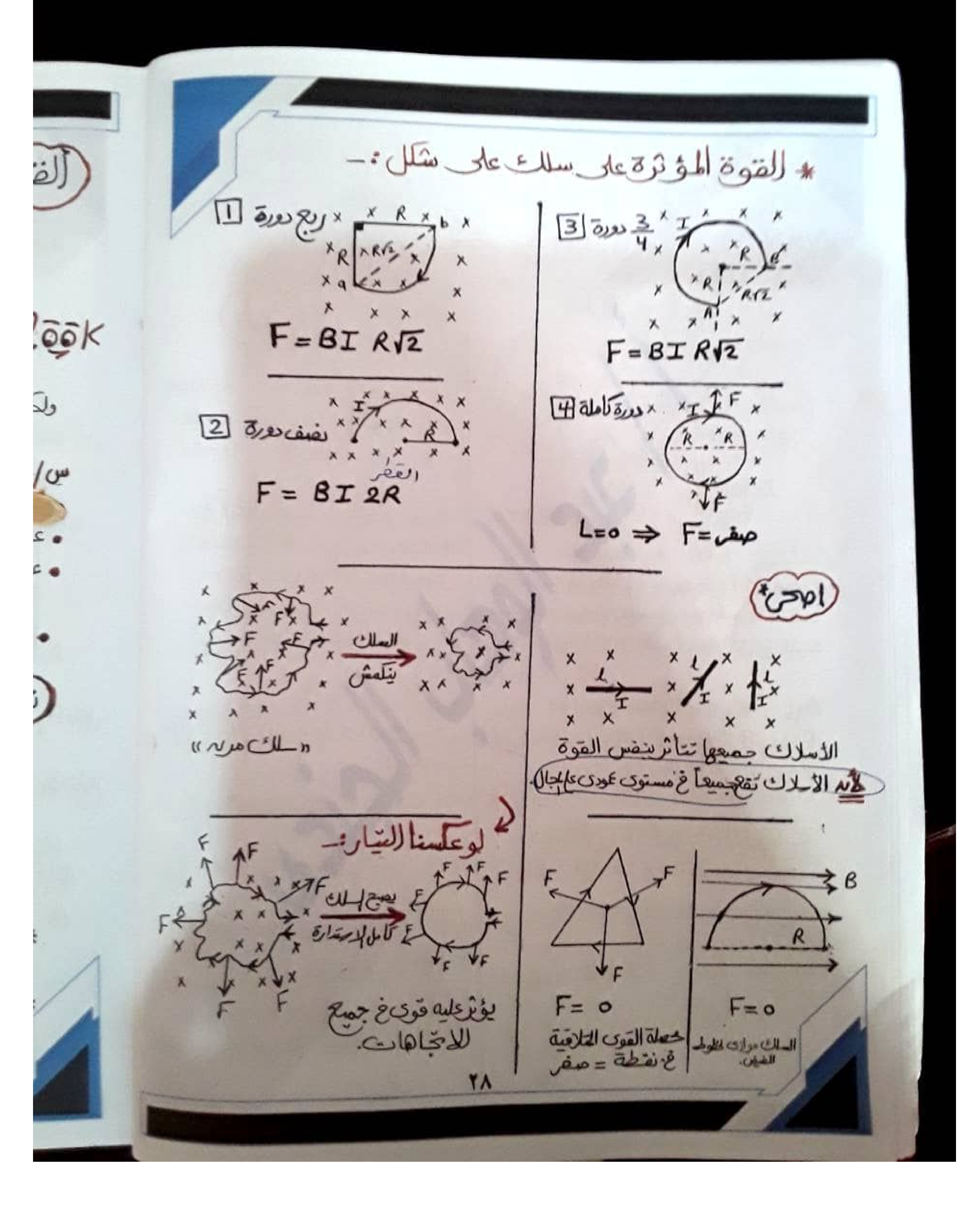
(ب) عند عكس اتجاه التيار تنعكس اتجاه القوة المغناطيسية

$F_{(مغناطيسية)} + F_g = 2F_{شد}$

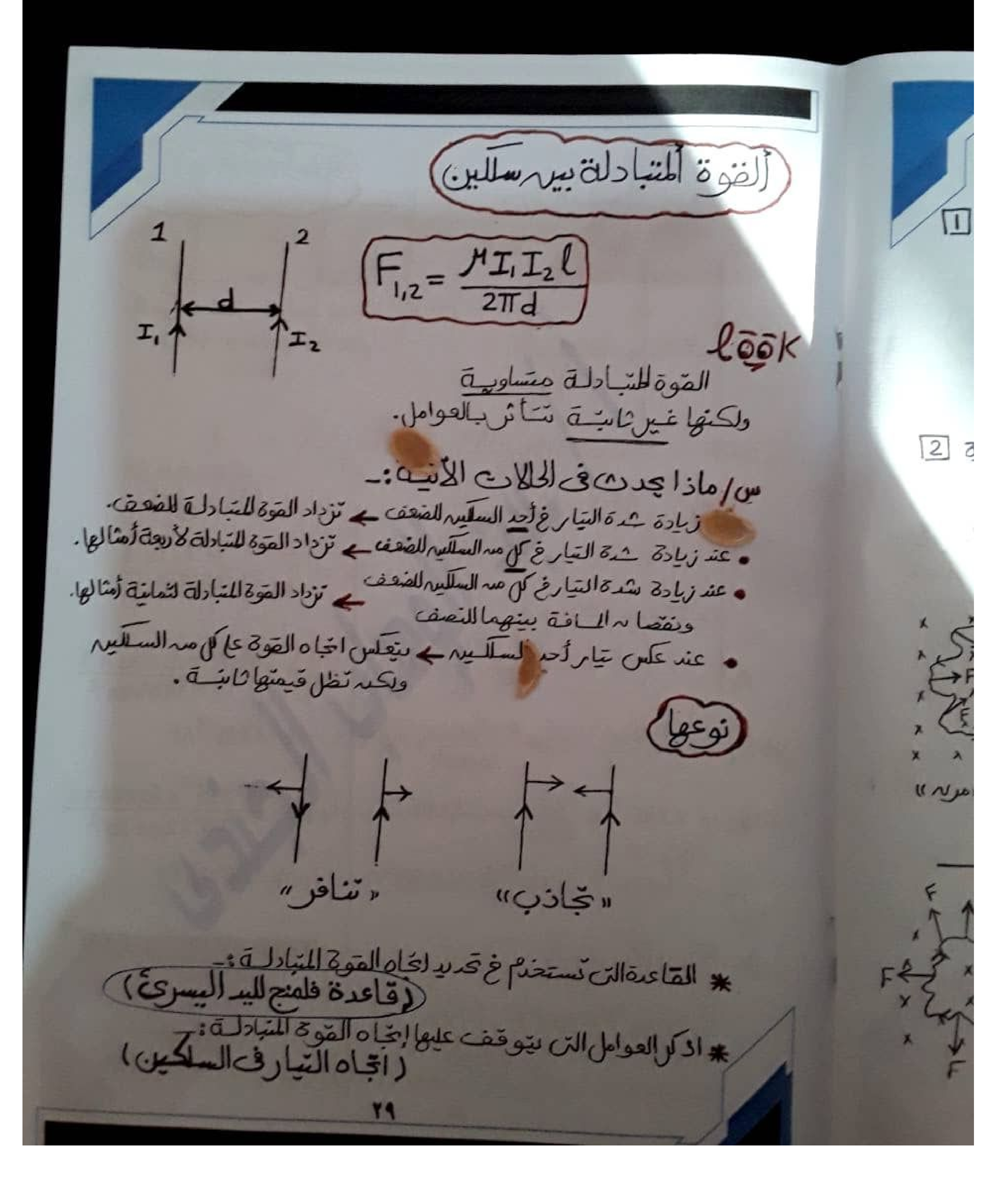
$(0.2 \times 6.25 \times 0.4) + (50 \times 10^{-3} \times 10) = 2F_{شد}$

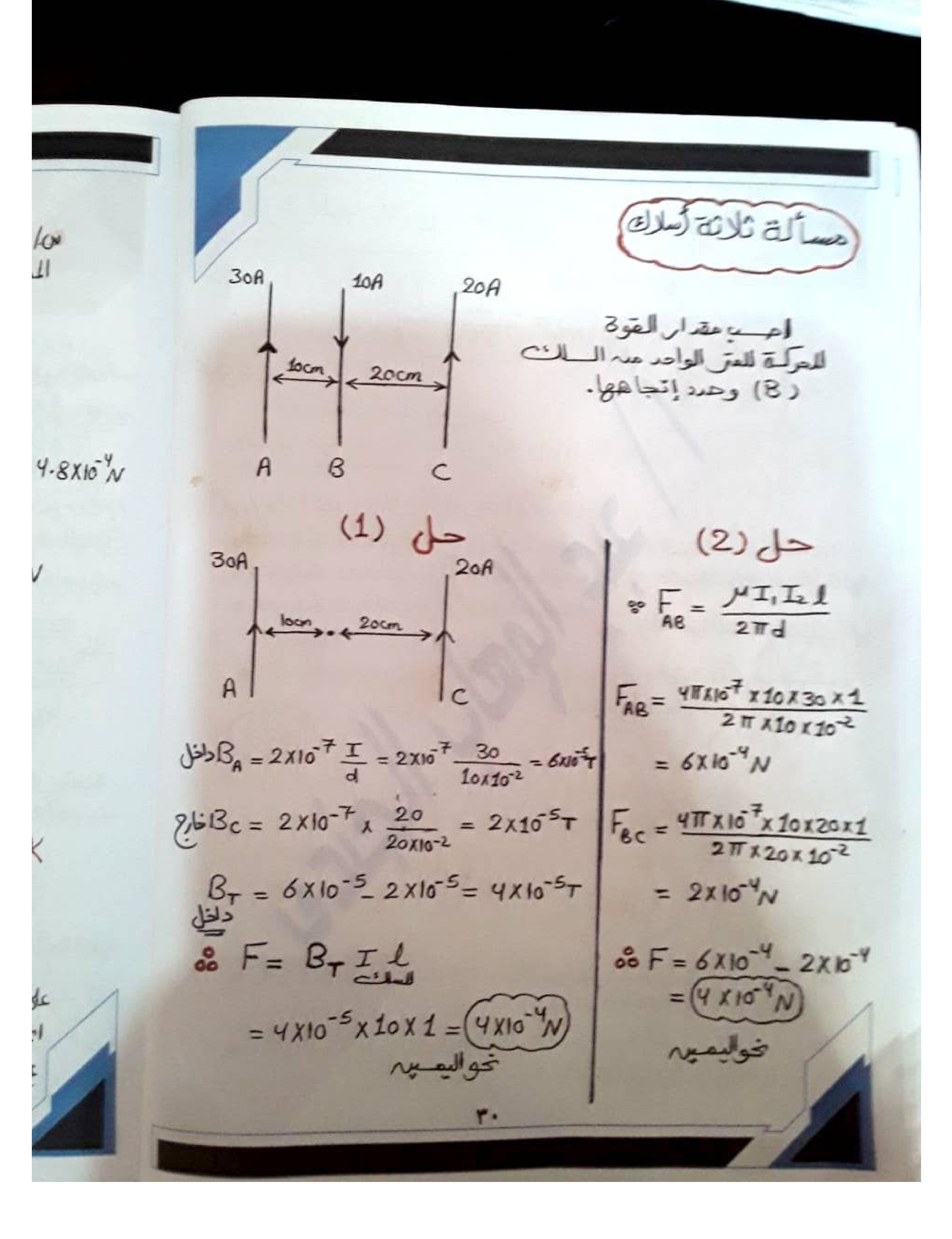
$\therefore F_{شد} = 0.5N$


ركز
F = B.q.V
= B.I∆t L/∆t
L الإزاحة / t الزمن = سرعة متجهة
معلومة إضافية
F = BIL
طبق
قضيب كما بالشكل يمر به تيار 10A موضوع مستواه عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 5T فإن القوة المؤثرة عليه تساوى -------
lab = 5+5 = 10cm = 0.1m
F = BIl = 5x10x0.1 = 5N
I=10A
B=5T
5cm
4cm
3cm
6cm
λ=10cm
I=4A
B=2T
فى الشكل قضيب على شكل موجة مستعرضة المسافة بين طرفيه ab 10cm يمر به تيار 4A وضع فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 2T فإن القوة المؤثرة عليه هى -----
F = BIL ← λ
= 2x4x10x10^-2 = 0.8N
look
لأى شكل (خذ الإزاحة) إلا لو طلب كل قطعة لوحدها يبقا طولها لوحدها.
F = BI lab
الإزاحة
F = BI(L+2R+L)
F = BI(2L+2R)
= 2BI(L+R)
٢٧



* القوة المؤثرة على سلك على شكل :-
1 ربع دورة
$F = BIR\sqrt{2}$
2 نصف دورة
القطر
$F = BI\,2R$
3 $\frac{3}{4}$ دورة
$F = BIR\sqrt{2}$
4 دورة كاملة
$L = 0 \Rightarrow F =$ صفر
«سلك مرن»
السلك ينكمش
لو عكسنا التيار:-
يصبح السلك كامل الاستدارة
يؤثر عليه قوى في جميع الاتجاهات.
اصحى
الأسلاك جميعها تتأثر بنفس القوة
لأن الأسلاك تقع جميعاً في مستوى عمودي على المجال
F = 0
محصلة القوى المتلاقية في نقطة = صفر
F = 0
السلك موازي للخطوط الفيض.


القوة المتبادلة بين سلكين
1
2
d
I1
I2
F1,2 = μ I1 I2 l / 2π d
look
القوة المتبادلة متساوية
ولكنها غير ثابتة تتأثر بالعوامل.
س/ ماذا يحدث في الحالات الآتية:-
زيادة شدة التيار في أحد السلكين للضعف ← تزداد القوة المتبادلة للضعف.
عند زيادة شدة التيار في كل من السلكين للضعف ← تزداد القوة المتبادلة لأربعة أمثالها.
عند زيادة شدة التيار في كل من السلكين للضعف ونقصان المسافة بينهما للنصف ← تزداد القوة المتبادلة لثمانية أمثالها.
عند عكس تيار أحد السلكين ← ينعكس اتجاه القوة على كل من السلكين ولكن تظل قيمتها ثابتة.
نوعها
«تنافر»
«تجاذب»
القاعدة التي تستخدم في تحديد اتجاه القوة المتبادلة:-
(قاعدة فلمنج لليد اليسرى)
اذكر العوامل التي يتوقف عليها اتجاه القوة المتبادلة:
(اتجاه التيار في السلكين)
٢٩



مسألة ثلاثة أسلاك

احسب مقدار القوة المحركة للمتر الواحد من السلك (B) وحدد إتجاهها.

حل (1)

$B_A = 2\times10^{-7}\frac{I}{d} = 2\times10^{-7}\frac{30}{10\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}T$ داخل

$B_C = 2\times10^{-7}\times\frac{20}{20\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}T$ خارج

$B_T = 6\times10^{-5} - 2\times10^{-5} = 4\times10^{-5}T$ داخل

$\therefore F = B_T I_{السلك} l$

$= 4\times10^{-5}\times10\times1 = 4\times10^{-4}N$

نحو اليمين

حل (2)

$\therefore F_{AB} = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$

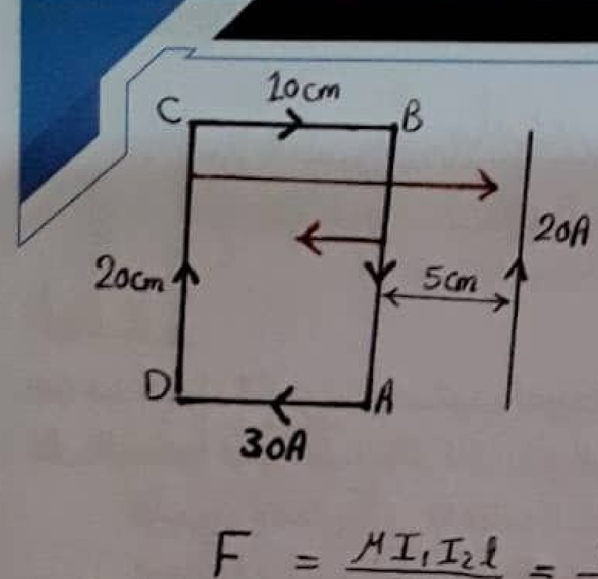
$F_{AB} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10\times30\times1}{2\pi\times10\times10^{-2}} = 6\times10^{-4}N$

$F_{BC} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10\times20\times1}{2\pi\times20\times10^{-2}} = 2\times10^{-4}N$

$\therefore F = 6\times10^{-4} - 2\times10^{-4} = 4\times10^{-4}N$

نحو اليمين

س/ احسب محصلة القوى المؤثرة على المستطيل وحدد إتجاهها.



الحل

$$\underset{\text{بين السلك والضلع AB}}{F} = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times20\times30\times20\times10^{-2}}{2\pi\times5\times10^{-2}} = 4.8\times10^{-4}N$$

$$\underset{\text{بين السلك والضلع CD}}{F} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times20\times30\times20\times10^{-2}}{2\pi\times15\times10^{-2}} = 1.6\times10^{-4}N$$

$$\underset{\text{المحصلة}}{F} = 4.8\times10^{-4} - 1.6\times10^{-4} = \boxed{3.2\times10^{-4}N}$$

الاتجاه/ نحو اليسار لأنه الضلع AB يؤثر بقوة أكبر.

---

look

* حركة شحنة في مجال مغناطيسي *

« عند دخول جسيم كتلته m شحنته Q (مثل الإلكترون) عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم بسرعة v يتأثر بقوة تكون دائمًا عمودية على اتجاه سرعته فتجعله يسير في مسار دائري نصف قطره r لأنه القوة العمودية على اتجاه الحركة تجعله يسير في مسار دائري ولا تغير سرعته ولكنه تغير اتجاهه فقط ،

مهم

- المجال الكهربي **بيأثر** ← السرعة والطاقة.
- **أما** المجال المغناطيسي **يغير** ← الاتجاه فقط.

أمثلة :-

س) عند دخول الكترون في مستوى الصفحة متجه شرقاً في مجال مغناطيسي عمودي على الصفحة بعيداً عن الناظر كما في الشكل المجاور فإن الالكترون ----

(يتحرك في مسار دائري مع عقارب الساعة - ينحرف لأعلى - ينحرف في مسار دائري عكس عقارب الساعة - يستمر في الحركة في خط مستقيم)

غير اتجاه الالكترون وطبق قاعدة فلمنج لليد اليسرى

س) عند دخول الشحنة الموجبة منطقة مجالين كهربي ومغناطيسي متعامدين بسرعة كما في الشكل (مع اهمال وزن الشحنة) فإنها ----

(تنحرف لأعلى - تنحرف لأسفل - تتوقف عن الحركة)

← بتأثير المجالين تنجذب للشحنة السالبة لأعلى

← بتطبيق قاعدة فلمنج لليد اليسرى تنحرف لأعلى أيضاً.

س) التغير في الطاقة الحركية التي تحدث قوة مغناطيسية مقدارها (10 N) على شحنة كهربائية متحركة في مجال مغناطيسي منتظم وفي مسار دائري نصف قطره (20 cm) = ---

(150 J - 100 J - 10 J - 0 J)

عندما يتحرك جسم مشحون في مسار دائري فإن الطاقة تظل ثابتة.

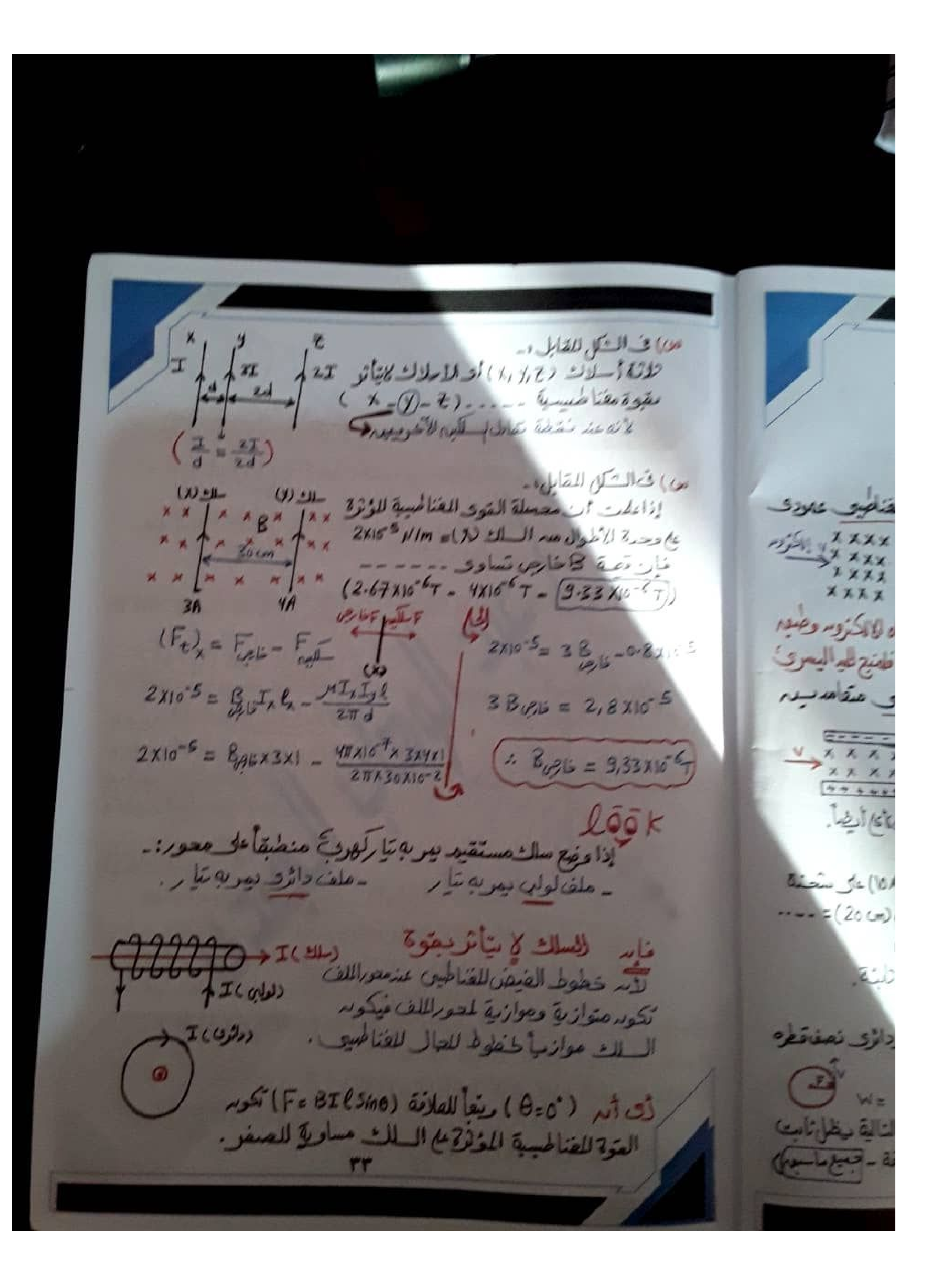
س) الشغل الذي تبذله قوة مغناطيسية 5N على شحنة متحركة في مدار دائري نصف قطره 0.1m يساوي

(5J - 5J - 0.5J - 0J)

$W = F.d \cos 90 = 0J$

س) عندما يتحرك جسم مشحون في مسار دائري فأي الكميات التالية يظل ثابت كما هو -----

(كمية التحرك - السرعة - الطاقة - جميع ما سبق)



س) في الشكل المقابل:-
ثلاثة أسلاك (x, y, z) أي الأسلاك لا يتأثر بقوة مغناطيسية .... (x - ⓨ - z)
لأنه عند نقطة تعادل السلكين الآخرين

$\left(\frac{I}{d} = \frac{2I}{2d}\right)$

س) في الشكل المقابل:-
إذا علمت أن محصلة القوى المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال من السلك (x) = 2×10^{-5} N/m
فإن قيمة B خارجي تساوي ....
(2.67×10^{-6} T - 4×10^{-6} T - 9.33×10^{-6} T)

الحل

$(F_t)_x = F_{خارجي} - F_{سلكين}$

$2\times10^{-5} = B_{خارجي} I_x l_x - \frac{\mu I_x I_y l}{2\pi d}$

$2\times10^{-5} = B_{خارجي} \times 3\times1 - \frac{4\pi\times10^{-7}\times3\times4\times1}{2\pi\times30\times10^{-2}}$

$2\times10^{-5} = 3B_{خارجي} - 0.8\times10^{-5}$

$3B_{خارجي} = 2.8\times10^{-5}$

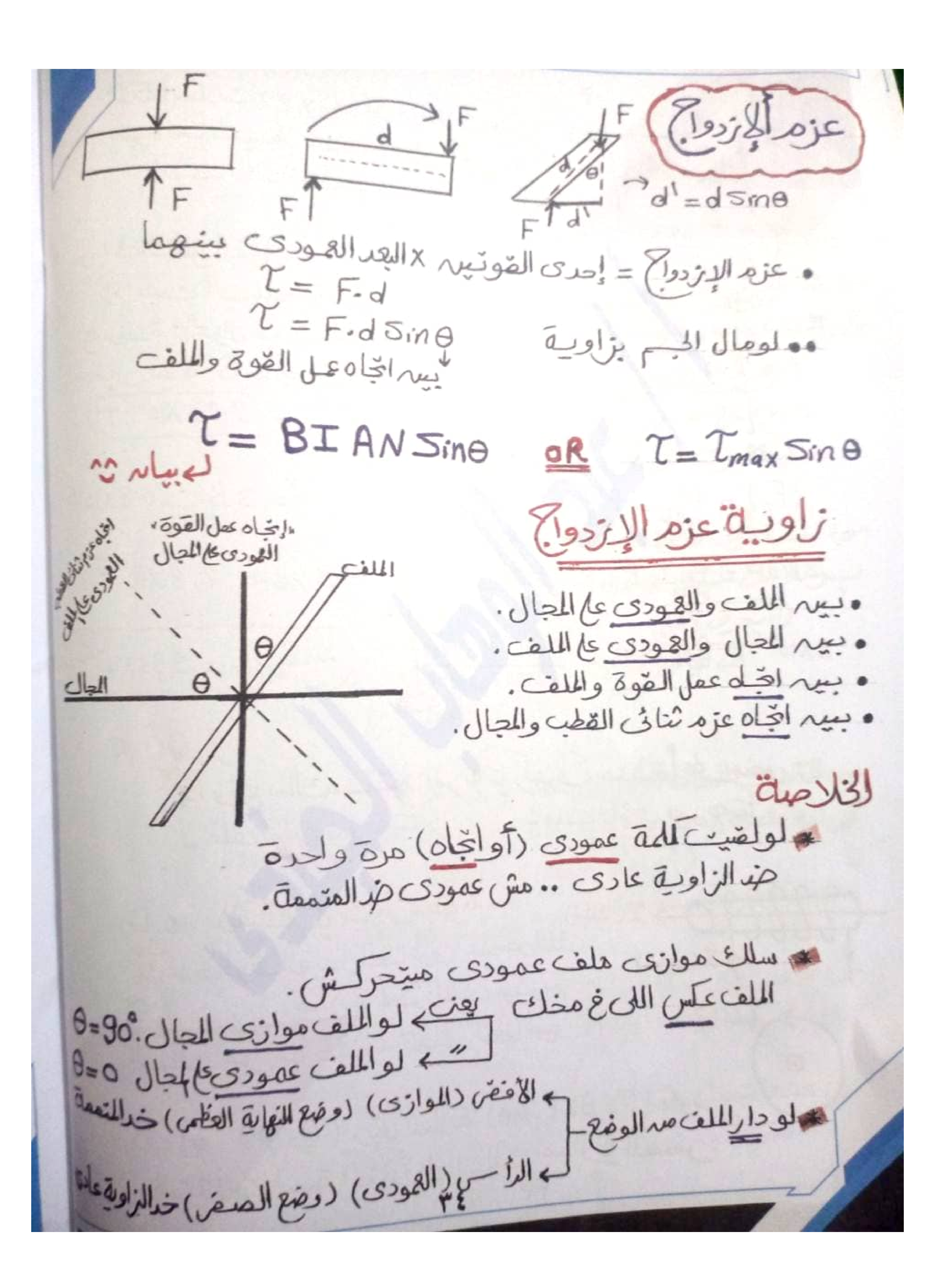
$\therefore B_{خارجي} = 9.33\times10^{-6}$ T

لاحظ

إذا وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربي منطبقاً على محور:-
- ملف لولبي يمر به تيار   - ملف دائري يمر به تيار

فإن السلك لا يتأثر بقوة
لأن خطوط الفيض المغناطيسي عند محور الملف تكون متوازية وموازية لمحور الملف فيكون السلك موازياً لخطوط المجال المغناطيسي.

أي أن ($\theta = 0^\circ$) وتبعاً للعلاقة ($F = BIl\sin\theta$) تكون القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك مساوية للصفر.



عزم الإزدواج

$d' = d\sin\theta$

- عزم الإزدواج = إحدى القوتين × البعد العمودي بينهما

$\tau = F \cdot d$

•• لو مال الجسم بزاوية

$\tau = F \cdot d \sin\theta$ ← بين اتجاه عمل القوة والملف

$$\tau = BIAN\sin\theta \quad \text{OR} \quad \tau = \tau_{max}\sin\theta$$

لـ بيانه ^_^

زاوية عزم الإزدواج

- بين الملف والعمودي على المجال.
- بين المجال والعمودي على الملف.
- بين اتجاه عمل القوة والملف.
- بين اتجاه عزم ثنائي القطب والمجال.

الخلاصة

* لو لقيت كلمة عمودي (أو اتجاه) مرة واحدة خد الزاوية عادي .. مش عمودي خد المتممة.

* سلك موازي ملف عمودي ميتحركش. الملف عكس اللي في مخك

يعني ← لو الملف موازي المجال $\theta = 90^\circ$

" ← لو الملف عمودي على المجال $\theta = 0$

* لو دار الملف من الوضع
  - ← الأفقي (الموازي) (وضع النهاية العظمى) خد المتممة
  - ← الرأسي (العمودي) (وضع الصفر) خد الزاوية عادي

اختر

١- إذا دار ملف يمر به تيار موضوع في مجال من الوضع **الأفقي** فإنه
عزم الازدواج ---------
(يتزايد ، (يتناقص) ، لا يتأثر)

التفسير/ لنقص الزاوية بين الملف والعمودي على المجال عن 90°
ولذلك نقص البعد العمودي بين القوتين.

٢- إذا كانت الزاوية بين الملف والمجال 60° فإن عزم الازدواج يساوي -----
($\frac{\sqrt{3}}{2}\tau_{max}$ ، ($\frac{\tau_{max}}{2}$) ، zero)

٣- لكي يصبح عزم الازدواج نصف قيمته العظمى يجب أن يدور الملف من الوضع الأفقي ------
((60°) ، 45° ، 30°)

٤- يتوقف اتجاه عزم الازدواج المؤثر في ملف على --------
(اتجاه التيار في الملف فقط ، اتجاه المجال فقط ، (اتجاه التيار والمجال))

٥- تستخدم قاعدة -------- في تحديد اتجاه عزم الازدواج.
((فلمنج لليد اليسرى) ، البريمة اليمنى ، اليد اليمنى لأمبير)

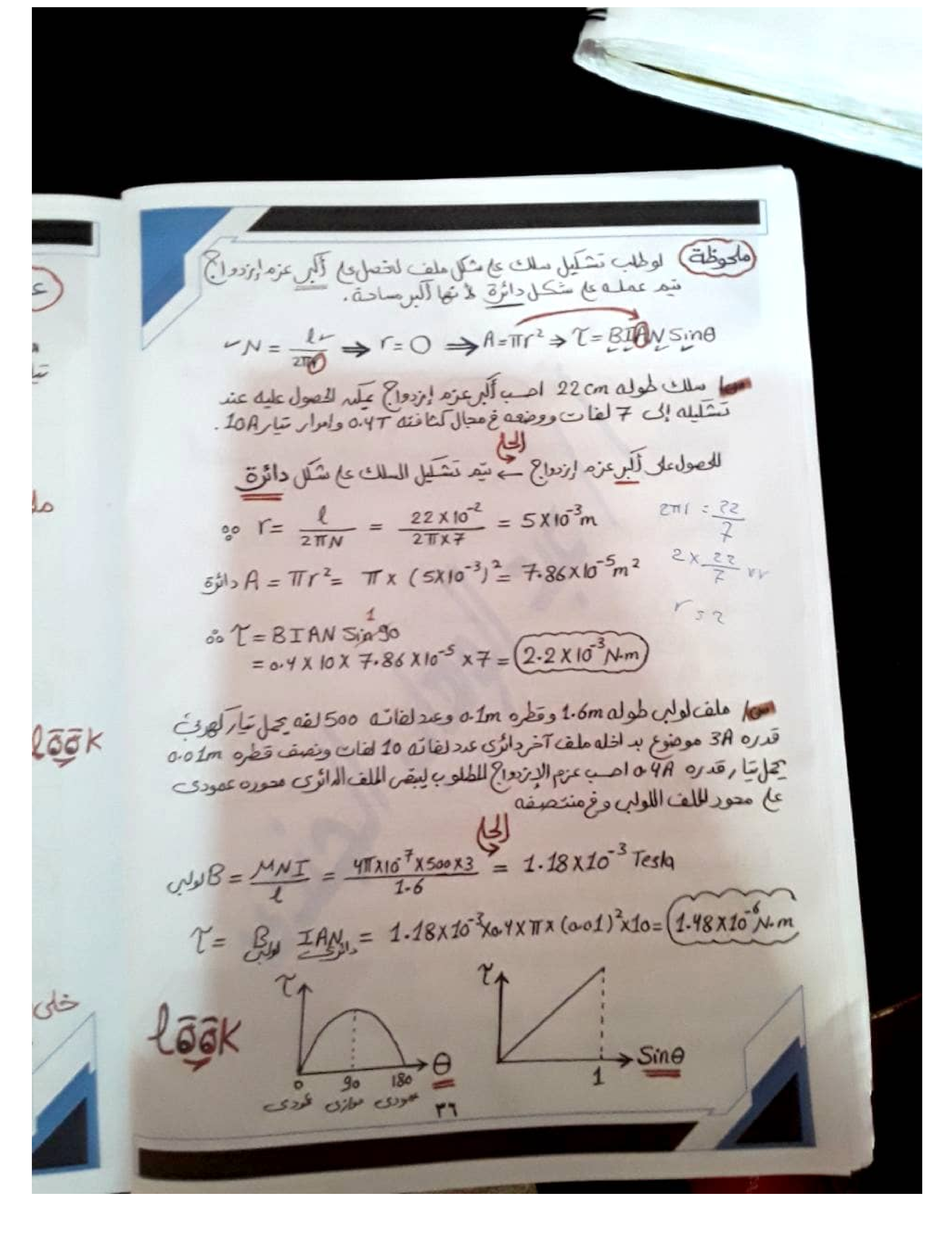
٦- اذا كان عزم الازدواج على ملف دائري من لفة واحدة موضوع موازياً لمجال مغناطيسي ويمر به تيار هو τ فإذا أعيد لفه 3 لفات ويمر به نفس التيار في نفس المجال فإن العزم يصبح --------
(3τ ، τ ، $\frac{\tau}{9}$ ، ($\frac{\tau}{3}$))

$\tau_1 = \tau = BIAN = BIA_1$

$\therefore N_2 = 3$, $r_2 = \frac{1}{3}r_1$, $A_2 = \frac{1}{9}A_1$

$\tau_2 = BIA_2N_2 = BI\frac{1}{9}A_1 \times 3$

$= \frac{1}{3}BIA_1 = \frac{\tau}{3}$



ملحوظة لو طلب تشكيل سلك على شكل ملف لتحصل على أكبر عزم إزدواج يتم عمله على شكل دائرة لأنها أكبر مساحة.

$$N = \frac{l}{2\pi r} \Rightarrow r = \bigcirc \Rightarrow A = \pi r^2 \Rightarrow \tau = BIAN \sin\theta$$

مثال سلك طوله 22 cm احسب أكبر عزم إزدواج يمكن الحصول عليه عند تشكيله إلى 7 لفات ووضعه في مجال كثافته 0.4T وامرار تيار 10A.

الحل

للحصول على أكبر عزم ازدواج ← يتم تشكيل السلك على شكل دائرة

$$\therefore r = \frac{l}{2\pi N} = \frac{22\times10^{-2}}{2\pi\times7} = 5\times10^{-3}\,m$$

$$A_{دائرة} = \pi r^2 = \pi\times(5\times10^{-3})^2 = 7.86\times10^{-5}\,m^2$$

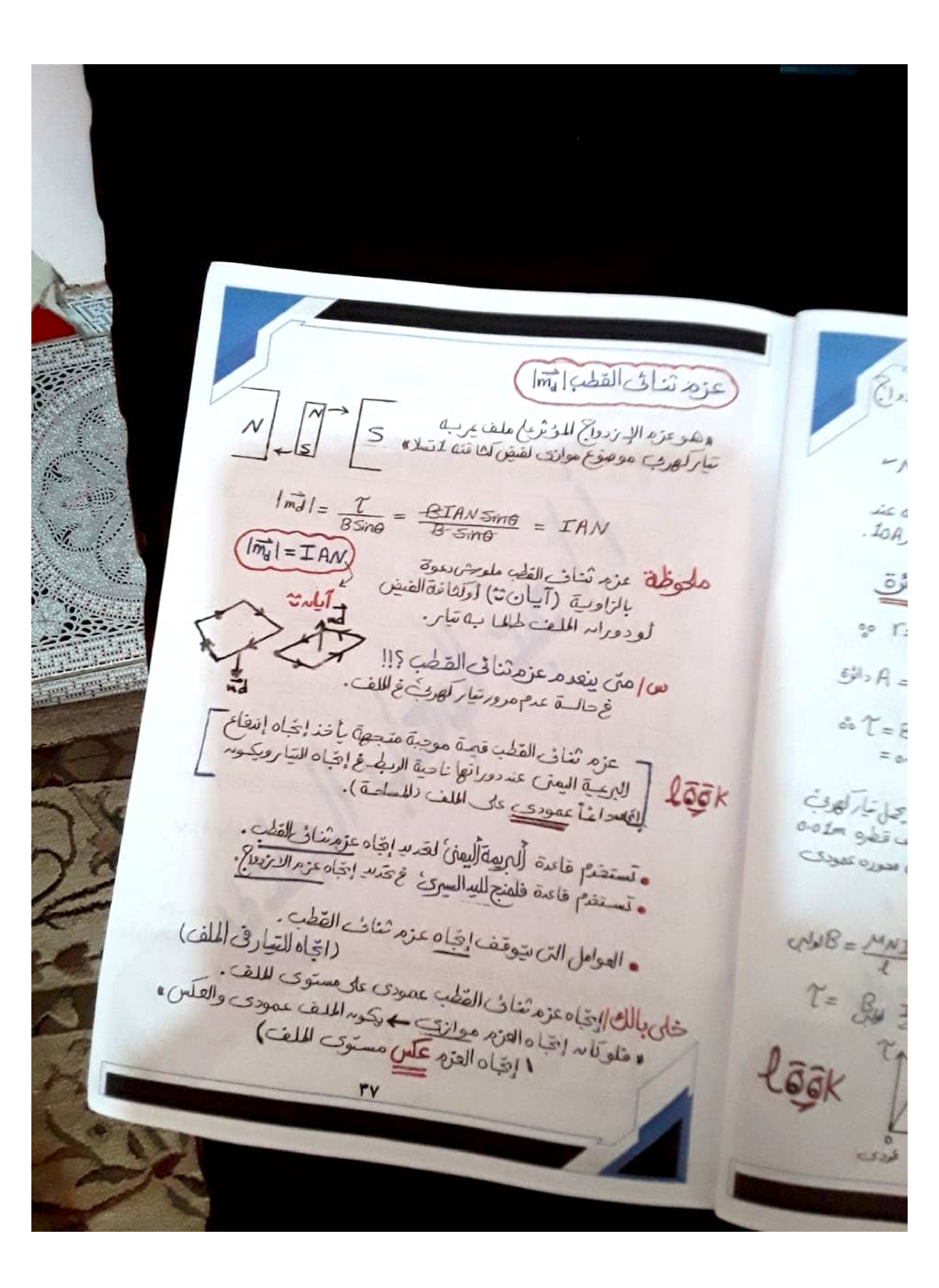
$$\therefore \tau = BIAN\sin 90$$
$$= 0.4\times10\times7.86\times10^{-5}\times7 = 2.2\times10^{-3}\,N.m$$

مثال ملف لولبي طوله 1.6m وقطره 0.1m وعدد لفاته 500 لفة يحمل تيار كهربي قدره 3A موضوع بداخله ملف آخر دائري عدد لفاته 10 لفات ونصف قطره 0.01m يحمل تيار قدره 0.4A احسب عزم الإزدواج المطلوب ليقبض الملف الدائري محوره عمودي على محور الملف اللولبي وفي منتصفه

الحل

$$B_{لولبي} = \frac{\mu N I}{l} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times500\times3}{1.6} = 1.18\times10^{-3}\,Tesla$$

$$\tau = B_{لولبي}\, I A N_{دائري} = 1.18\times10^{-3}\times0.4\times\pi\times(0.01)^2\times10 = 1.48\times10^{-6}\,N.m$$



عزم ثنائي القطب $|\vec{m_d}|$

«هو عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي موضوع موازي لفيض كثافته 1 تسلا»

$$|\vec{m_d}| = \frac{\tau}{B \sin\theta} = \frac{BIAN \sin\theta}{B \sin\theta} = IAN$$

$$|\vec{m_d}| = IAN$$

ملحوظة عزم ثنائي القطب ملوش دعوة بالزاوية (آيات ☺) أو كثافة الفيض لو دوران الملف طالما به تيار.

آيات ☺

س/ متى ينعدم عزم ثنائي القطب ؟!!
في حالــة عدم مرور تيار كهربي في الملف.

look

عزم ثنائي القطب قيمة موجبة متجهة يأخذ اتجاه اندفاع البريمة اليمنى عند دورانها ناحية الربط في اتجاه التيار ويكون اتجاهه دائماً عمودي على الملف (المساحة).

- تستخدم قاعدة البريمة اليمنى لتحديد اتجاه عزم ثنائي القطب.
- تستخدم قاعدة فلمنج لليد اليسرى في تحديد اتجاه عزم الازدواج.
- العوامل التي يتوقف اتجاه عزم ثنائي القطب. (اتجاه التيار في الملف)

خلي بالك/ اتجاه عزم ثنائي القطب عمودي على مستوى الملف.
اتجاه العزم موازي ← يكون الملف عمودي والعكس.
« فلو كان اتجاه العزم عكس مستوى الملف)

اختر

١- اذا كان الملف يميل بزاوية 60° على خطوط الفيض فإن عزم ثنائي القطب يساوي.....

(IAN ، $IAN \sin 60$ ، $IAN \sin 30$) ← أيا كان "ما لهوش دعوة بالزاوية"

٢- اذا كان اتجاه عزم ثنائي القطب عمودي على خطوط الفيض فإن عزم الازدواج يكون ...... (قيمة عظمى ، نصف القيمة العظمى ، صفر)

٣- اذا كان اتجاه عزم ثنائي القطب موازي لخطوط الفيض فإن عزم الازدواج يكون ...... (قيمة عظمى ، نصف القيمة العظمى ، صفر)

← العزم موازي ← الملف عمودي ← عزم الازدواج صفر

* اتجاه العزم عكس مستوى الملف *

٤- يتوقف اتجاه عزم ثنائي القطب على......

(اتجاه التيار في الملف فقط ، اتجاه المجال فقط ، اتجاه التيار والمجال)

٥- يتوقف اتجاه عزم الازدواج المؤثر في ملف على........

(اتجاه التيار في الملف فقط ، اتجاه المجال فقط ، اتجاه التيار والمجال)

٦- اذا كان الزاوية بين اتجاه عزم ثنائي القطب والمجال 30° فإن عزم الازدواج يساوي...($BIAN \sin 90$ ، $BIAN \sin 60$ ، $BIAN \sin 30$)

٧- العوامل التي يتوقف عليها مقدار عزم ثنائي القطب المغناطيسي للملف ما يأتي ماعدا.....

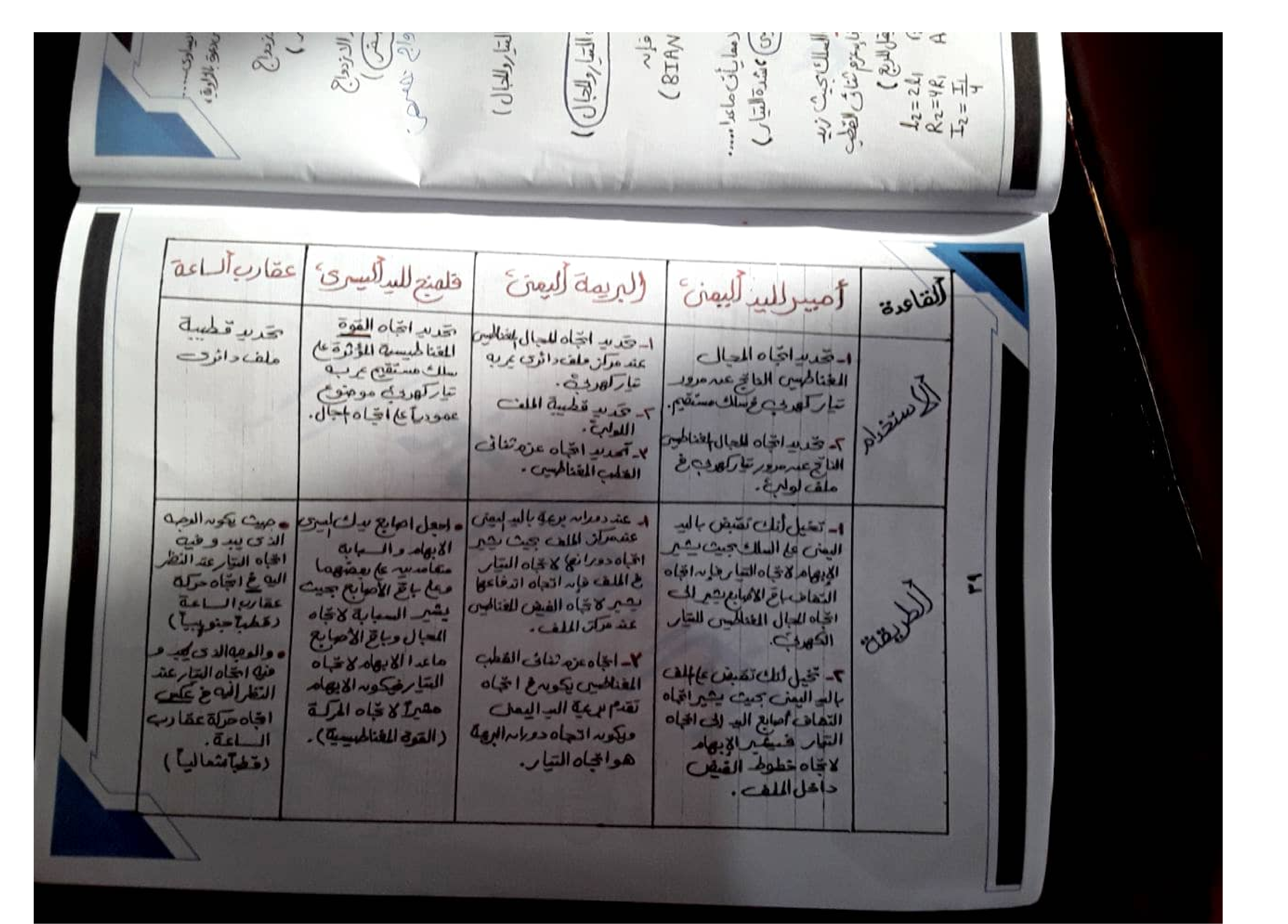
(مساحة الملف ، عدد لفات الملف ، كثافة الفيض المغناطيسي ، شدة التيار)

٨- ملف دائري مصنوع من سلك من النحاس متصل بمصدر كهربي فإذا سحب السلك بحيث زيد طوله للضعف وأعيد لفه بنفس عدد اللفات وأعيد توصيله بنفس المصدر فإن عزم ثنائي القطب ---- (يظل ثابت ، يزيد للضعف ، يزيد أربعة أمثال ، يقل للربع)

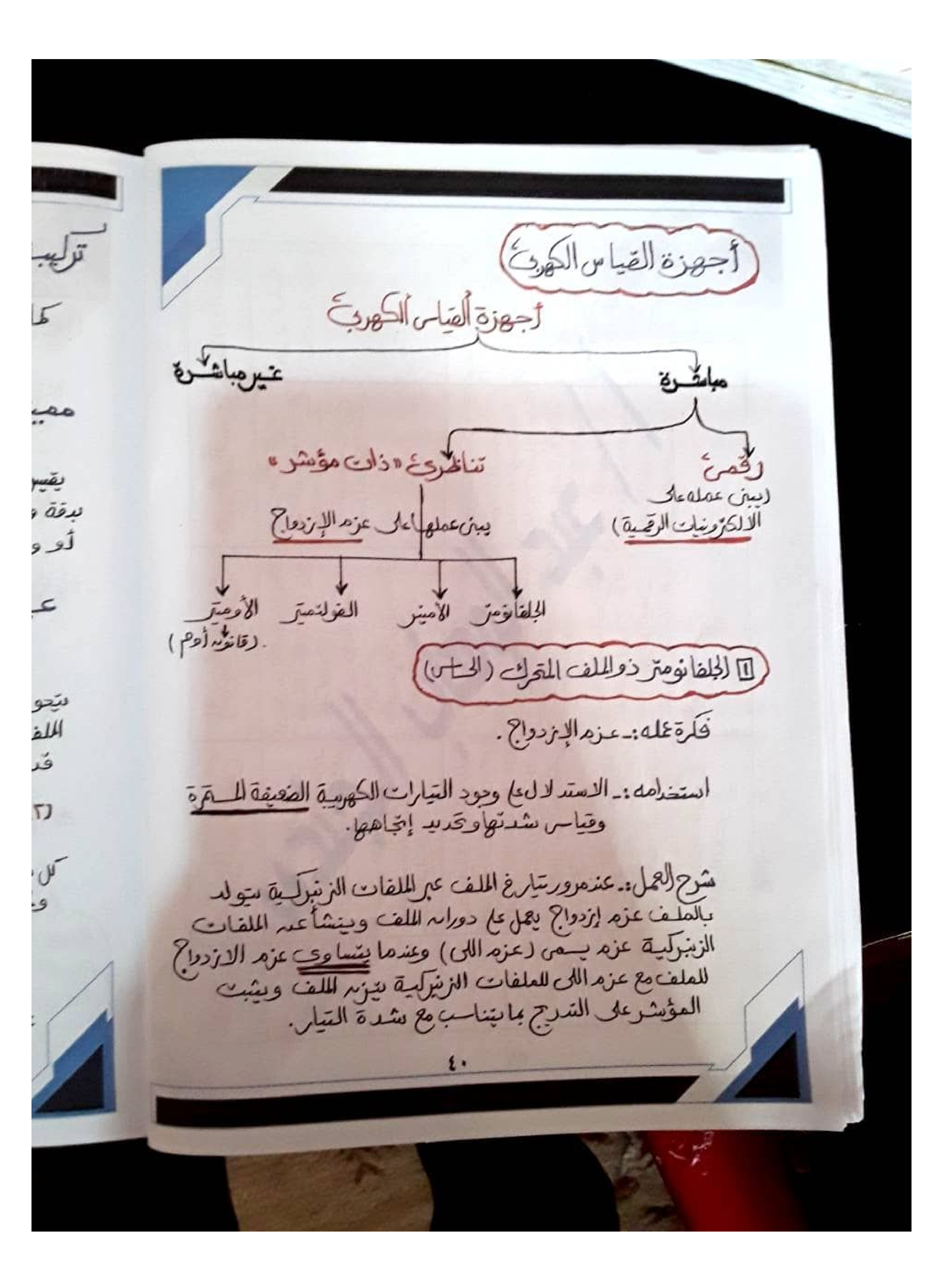
$l_2 = 2l_1$ $\quad r_2 = 2r_1$ $\quad |\vec{m_d}| = IAN = IAN$

$R_2 = 4R_1$ $\quad A_2 = 4A_1$ $\quad I \to \frac{1}{4}$ ، $A \to 4$

$I_2 = \frac{I_1}{4}$



القاعدة	أمبير لليد اليمنى	البريمة اليمنى	فلمنج لليد اليسرى	عقارب الساعة
الاستخدام	١- تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربي في سلك مستقيم. ٢- تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربي في ملف لولبي.	١- تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر به تيار كهربي. ٢- تحديد قطبية الملف اللولبي. ٣- تحديد اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي.	تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي موضوع عمودياً على اتجاه المجال.	تحديد قطبية ملف دائري
الطريقة	١- تخيل أنك تقبض باليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار فإن اتجاه التفاف باقي الأصابع يشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي للتيار الكهربي. ٢- تخيل أنك تقبض على الملف باليد اليمنى بحيث يشير اتجاه التفاف أصابع اليد إلى اتجاه التيار فيشير الإبهام لاتجاه خطوط الفيض داخل الملف.	١- عند دوران بريمة باليد اليمنى عند مركز الملف بحيث يشير اتجاه دورانها لاتجاه التيار في الملف فإن اتجاه اندفاعها يشير لاتجاه الفيض المغناطيسي عند مركز الملف. ٢- اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي يكون في اتجاه تقدم بريمة اليد اليمنى ويكون اتجاه دوران البريمة هو اتجاه التيار.	• اجعل أصابع يدك اليسرى الإبهام والسبابة متعامدين على بعضهما ومع باقي الأصابع بحيث يشير السبابة لاتجاه المجال وباقي الأصابع ما عدا الإبهام لاتجاه التيار فيكون الإبهام مشيراً لاتجاه الحركة (القوة المغناطيسية).	• حيث يكون الوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر إليه في اتجاه حركة عقارب الساعة (قطباً جنوبياً) • والوجه الذي يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر إليه في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة. (قطباً شمالياً)



أجهزة القياس الكهربي

أجهزة القياس الكهربي

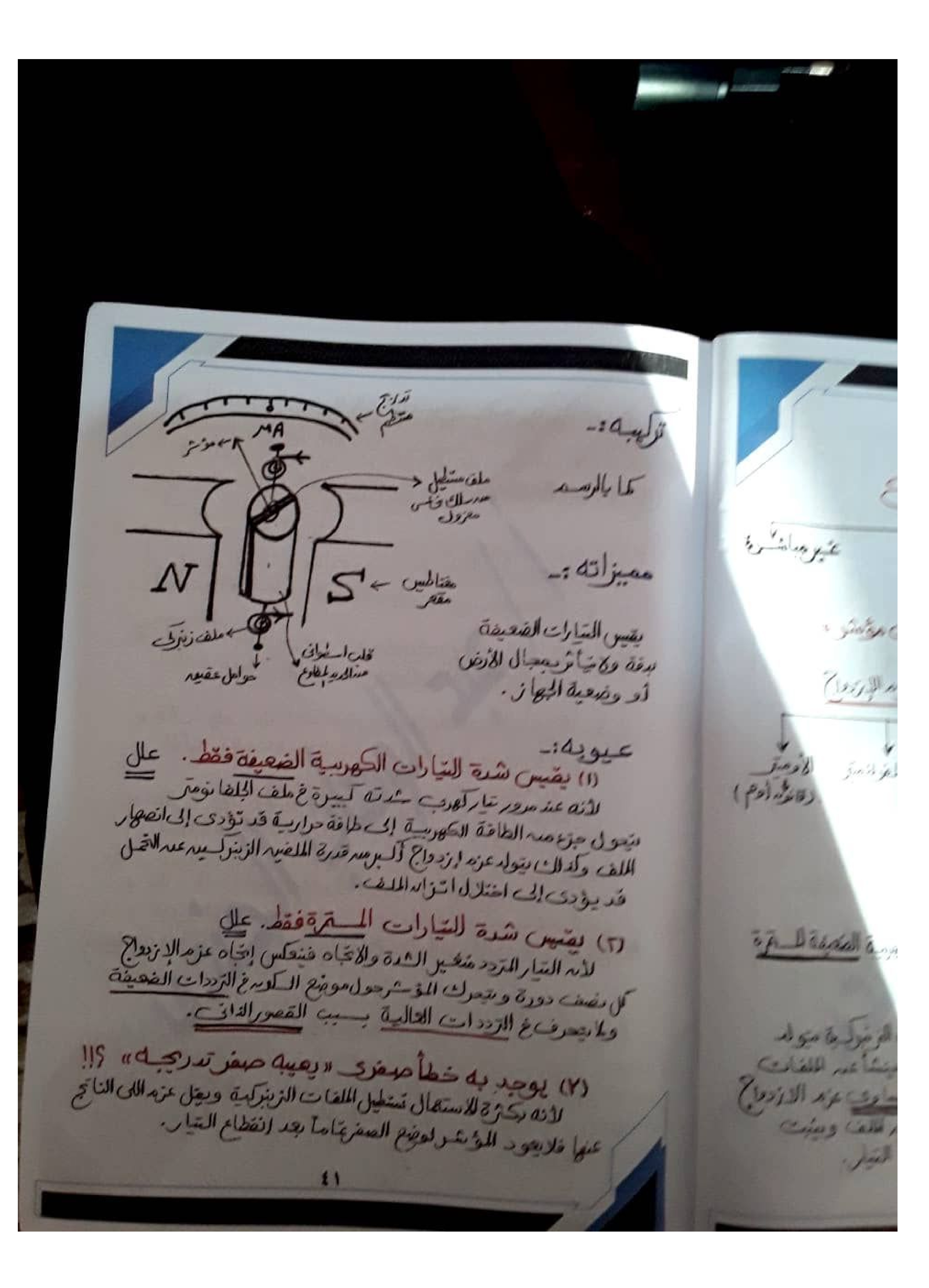
- غير مباشرة
- مباشرة
  - رقمي (يبنى عمله على الالكترونيات الرقمية)
  - تناظري "ذات مؤشر" — يبنى عملها على عزم الإزدواج
    - الجلفانومتر
    - الأميتر
    - الفولتميتر
    - الأوميتر (قانون أوم)

١ الجلفانومتر ذو الملف المتحرك (الحساس)

فكرة عمله: عزم الإزدواج.

استخدامه: الاستدلال على وجود التيارات الكهربية الضعيفة المستمرة وقياس شدتها وتحديد إتجاهها.

شرح العمل: عند مرور تيار في الملف عبر الملفات الزنبركية ستولد بالملف عزم إزدواج يعمل على دوران الملف وينشأ عن الملفات الزنبركية عزم يسمى (عزم اللي) وعندما يتساوى عزم الازدواج للملف مع عزم اللي للملفات الزنبركية يتزن الملف ويثبت المؤشر على التدرج بما يتناسب مع شدة التيار.



تركيبه :-

كما بالرسم

مميزاته :-

يقيس التيارات الضعيفة بدقة ولا يتأثر بمجال الأرض أو وضعية الجهاز.

عيوبه :-

(1) يقيس شدة التيارات الكهربية الضعيفة فقط. علل

لأنه عند مرور تيار كهربي شدته كبيرة في ملف الجلفانومتر يتحول جزء من الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية قد تؤدي إلى انصهار الملف وكذلك يتولد عزم ازدواج أكبر من قدرة الملفين الزنبركيين على التحمل قد يؤدي إلى اختلال اتزان الملف.

(2) يقيس شدة التيارات المستمرة فقط. علل

لأن التيار المتردد متغير الشدة والاتجاه فينعكس اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة ويتحرك المؤشر حول موضع السكون في الترددات الضعيفة ولا ينحرف في الترددات العالية بسبب القصور الذاتي.

(3) يوجد به خطأ صفري «يعيبه صفر تدريجه» ؟!!

لأنه بكثرة الاستعمال تستطيل الملفات الزنبركية ويقل عزم اللي الناتج عنها فلا يعود المؤشر لوضع الصفر تماماً بعد انقطاع التيار.

- دور الملفات الزنبركية في الجلفانومتر :-

١- مدخل ومخرج للتيار.

٢- يكونان عزم يسمى عزم اللي يعمل عكس عزم الازدواج للملف يؤدى إلى ثبوت المؤشر على التدريج وعودة الملف لوضعه الأصلى بعد انقطاع التيار. (مقاوم راد).

- دور حوامل العقيق :-

تقليل الاحتكاك وحماية محور الدوران من التآكل وسهولة دوران الملف والحفاظ على سلامة التعليق.

- علل / المؤشر من الألمونيوم :-

لأنه خفيف سهل الحركة ولا يتأثر بالمجال المغناطيسي.

- علل / يلف ملف الجلفانومتر حول قلب من الحديد المطاوع الأسطواني :-

لتركيز وتنظيم خطوط الفيض حيث أن معامل النفاذية له كبير جداً.

- علل / يلف ملف الجلفانومتر على إطار من الألمونيوم :-

لسهولة دوران الملف دون تذبذب حيث أنه يعطى للملف ثقل.

- علل / المغناطيس مقعر القطبين في الجلفانومتر :-

لجعل خطوط الفيض على هيئة أنصاف أقطار فيكون مستوى الملف موازى دائماً لخطوط الفيض في أى وضع وعزم الازدواج قيمة عظمى ويتوقف فقط على شدة التيار ($\tau \propto I$).

- علل / تدريج الجلفانومتر منتظم :-

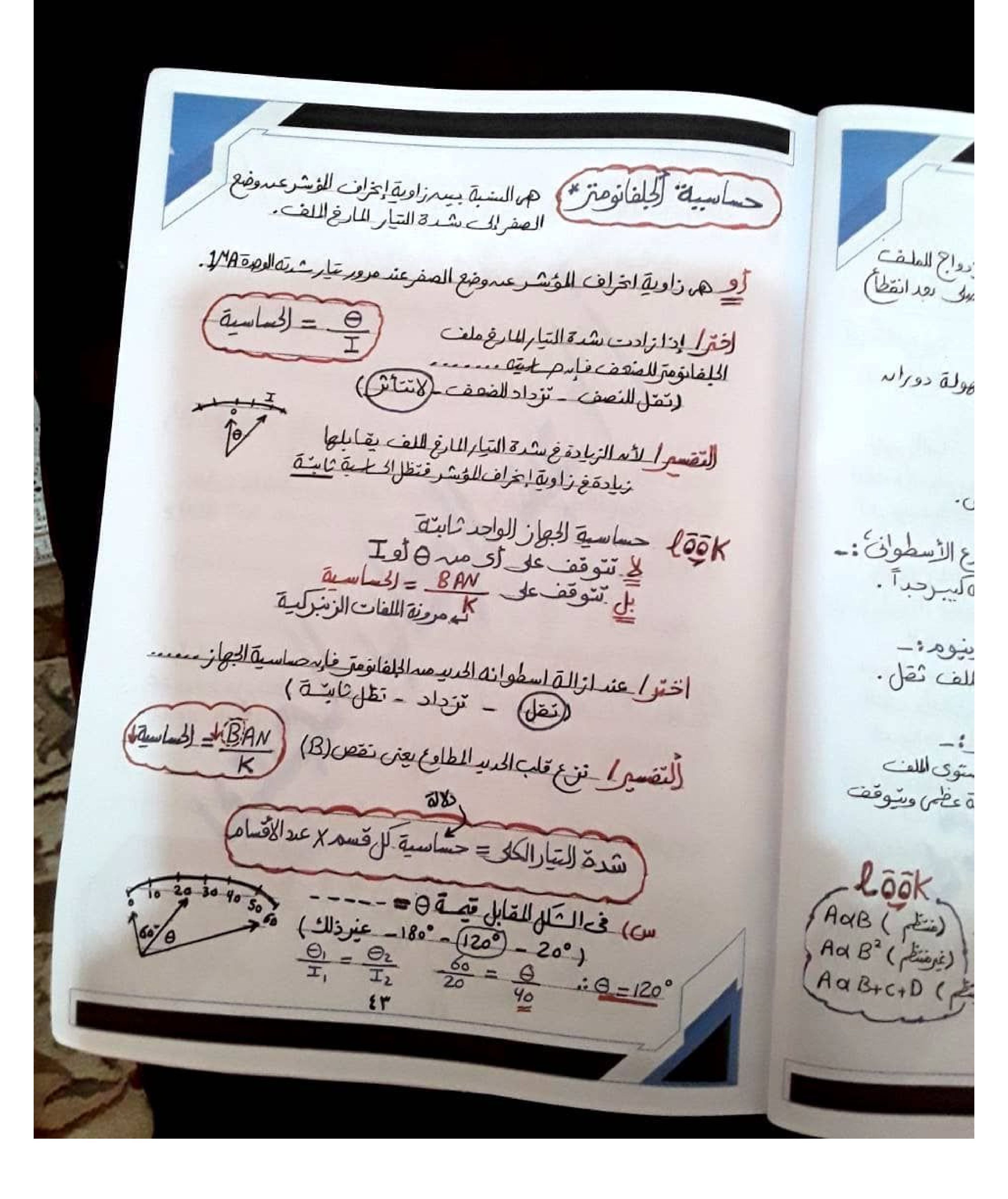
لأن عزم الازدواج يتناسب طردياً مع شدة التيار فقط وبالتالى زاوية إنحراف المؤشر عن وضع الصفر تتناسب طردياً مع شدة التيار فقط ($\theta \propto I$).

look

$A \propto B$ (منتظم)

$A \propto B^2$ (غير منتظم)

$A \propto B+C+D$ (غير منتظم)



حساسية الجلفانومتر *

هي النسبة بين زاوية انحراف المؤشر عن وضع الصفر إلى شدة التيار المار في الملف.

أو هي زاوية انحراف المؤشر عن وضع الصفر عند مرور تيار شدته الوحدة 1A.

$$\text{الحساسية} = \frac{\theta}{I}$$

اختر/ إذا زادت شدة التيار المار في ملف الجلفانومتر للضعف فإن حساسيته ....

(تقل للنصف - تزداد الضعف - لا تتأثر)

التفسير/ لأن الزيادة في شدة التيار المار في الملف يقابلها زيادة في زاوية انحراف المؤشر فتظل الحساسية ثابتة

look حساسية الجهاز الواحد ثابتة

لا تتوقف على أي من θ أو I

بل تتوقف على $\frac{BAN}{K}$ = الحساسية

K ← مرونة الملفات الزنبركية

اختر/ عند إزالة اسطوانة الحديد من الجلفانومتر فإن حساسية الجهاز ......

(تقل - تزداد - تظل ثابتة)

التفسير/ تنزع قلب الحديد المطاوع يعني نقص (B)

$$\text{الحساسية}\downarrow = \frac{B\downarrow AN}{K}$$

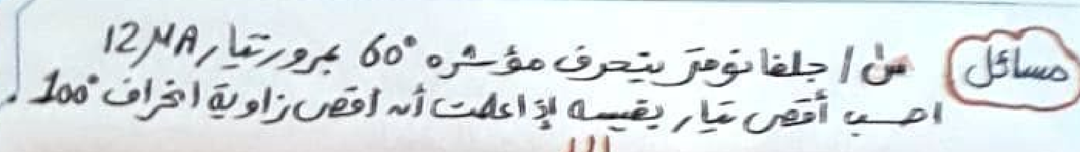
شدة التيار الكلي = حساسية كل قسم × عدد الأقسام (دلالة)

س) في الشكل المقابل قيمة θ = ------

(120° - 180° - 20° - غير ذلك)

$$\frac{\theta_1}{I_1} = \frac{\theta_2}{I_2} \qquad \frac{60}{20} = \frac{\theta}{40} \qquad \therefore \theta = 120°$$

مسائل



س١/ جلفانومتر يتحرك مؤشره 60° بمرور تيار $12\mu A$ احسب أقصى تيار يقيسه إذا علمت أن أقصى زاوية انحراف 100°.

الحل

$$\text{الحساسية} = \frac{\theta}{I} = \frac{60}{12} = 5\ deg/\mu A$$

ومع حساسية الجهاز الواحد ثابتة.

$$\text{الحساسية} = \frac{\theta}{I}$$

$$5 = \frac{100}{I} \qquad \therefore I = 20\mu A$$

OR $\left(\frac{\theta_1}{I_1} = \frac{\theta_2}{I_2}\right)$

س٢/ جلفانومتر ذو ملف متحرك يتحرك مؤشره إلى ربع تدريجه بزاوية 10° عند مرور تيار فيه شدته $10mA$ احسب حساسيته.

الحل

$$\text{الحساسية} = \frac{\theta}{I} = \frac{10}{10} = 1\ deg/mA$$

س٣/ جلفانومتر ذو ملف متحرك يتحرك مؤشره إلى **نصف** التدريج عند مرور تيار شدته $200\mu A$ احسب عدد الأقسام إذا علمت أن دلالة القسم الواحد $0.08mA$.

الحل

عدد الأقسام × دلالة كل قسم = شدة التيار الكلي

$$200\times10^{-6} = 0.08\times10^{-3} \times N \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore N = 5 \text{ قسم}$$

اختر

١- التحكم في حركة الملف في الجلفانومتر يستخدم ....
(زوج من الملفات اللولبية - حوامل من العقيق
مؤشر خفيف - جميع ما سبق)

٢- عند مرور تيار كهربي مناسب في ملف الجلفانومتر فإن الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف أثناء دوران الملف ....
(يزداد - يقل - ينعدم - يظل ثابت)

٣- عند مرور تيار كهربي مناسب في ملف الجلفانومتر فإن كثافة الفيض المؤثر على الملف أثناء دوران الملف ....
(يزداد - يقل - ينعدم - يظل ثابت)

٤- في الجلفانومتر عند دوران الملف فإن عزم الازدواج ....
(يتزايد - يتناقص - لا يتأثر - حسب مستوى الملف)

٥- في الجلفانومتر عزم اللي للملفات الزنبركية عند دوران الملف ....
(يتزايد - يتناقص - لا يتأثر)

٦- في الجلفانومتر محصلة عزم الازدواج على الملف عند دوران الملف ....
(تتزايد - تتناقص - لا تتأثر)

٧- في الجلفانومتر عندما يثبت المؤشر على التدريج فإن محصلة العزم ....
(تقل - تزداد - لا تتأثر - تنعدم)

look

[عزم الازدواج ← ثابت للتيار الواحد]
[عزم اللي ← نامي]
[العزم المحصلة ← يقل حتى ينعدم]

فكرة عمله:- عزم الإزدواج مع توصيل مقاومة صغيرة على التوازي مع ملف الجلفانومتر وتعديل التدريج بالأمبير.

استخدامه:- قياس شدة التيارات الكهربية المستمرة الكبيرة مباشرة.

تركيبه:- عبارة عن جلفانومتر موصل بملفه مقاومة صغيرة على التوازي تسمى مجزئ التيار R_s مع تعديل التدريج بالأمبير.

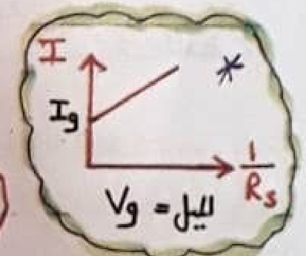
القانون:-

$V_s = V_g$ (توازي)

$I_s R_s = I_g R_g$

$R_s = \frac{I_g R_g}{I_s}$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$



$$R_A = \frac{R_s . R_g}{R_s + R_g}$$

• اذكر دور مجزئ التيار:-

١- سحب أكبر قدر من التيار وحماية ملف الجلفانومتر من التلف والانصهار.

٢- تقليل المقاومة الكلية للجهاز فعند وضعه في الدائرة يقيس شدة التيار الكلي بدقة.

٣- إنقاص حساسية الجهاز وزيادة مدى القراءة ودقتها.

look

$R_g > R_s > R_A$

$I_g < I_s < I_A$

$V_g = V_s = V_A$

الصغير صغره $R_s \downarrow$
تقل الحساسية يزداد دقة ومدى القراءة (توازي)

نسبة الحساسية

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s+R_g}$$

- انقاص الحساسية يعنى زيادة شدة التيار.

فلو قلت الحساسية للربع مثلاً ($I = 4 I_g$ ، $\frac{I_g}{I} = \frac{1}{4}$)

س/ جلفانومتر مقاومته 24Ω احسب قيمة المجزئ الذى ينقص الحساسية للسبع.

الحل

1

$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$

$R_s = \frac{I_g \times 24}{7I_g - I_g}$

$R_s = \frac{24 I_g}{6 I_g} = 4\Omega$

2

$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s+R_g}$

$\frac{1}{7} = \frac{R_s}{R_s+24}$

$7R_s = R_s + 24$

$6R_s = 24$

$R_s = 4\Omega$

3 الإبداع

$$R_s = \frac{R_g}{\text{مقلوب الحساسية} - 1}$$

$R_s = \frac{24}{7-1} = \frac{24}{6}$

$R_s = 4\Omega$

- ما معنى أن مجزئ التيار $= 0.02\Omega$

أى أنه مقدار المقاومة الصغيرة التى توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلى أميتر يقيس تيار أكبر من I_g و $= 0.02\Omega$

look أى حاجة قبل توصيل المجزئ بتكون حاجة الجلفانومتر (I_g ، R_g ، V_g)

ولو بعد التوصيل (I ، V)

خلي بالك

- لو زاد مدى القراءة (إلى) 5 أمثاله $I = 5 I_g$
- لو زاد مدى القراءة (بمقدار) 5 أمثال مثلاً $I = I_g + 5 I_g = 6 I_g$
- لو وصل مع الجلفانومتر مقاومة $\frac{1}{4}$ مقاومته $R_s = \frac{1}{4} R_g$
- لو مر في الجلفانومتر $\frac{1}{10}$ من التيار الكلي ← $I = 10 I_g$ ⟵ $I_g = \frac{1}{10} I$

س/ جلفانومتر مقاومته 4Ω أوجد قيمة مجزئ التيار التي تجعل مداه يزداد بمقدار 10 أمثال قيمته.

الحل

$$I = 10 I_g + I_g = 11 I_g$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{4 I_g}{11 I_g - I_g} = \frac{4 I_g}{10 I_g} = 0.4\Omega$$

س/ جلفانومتر مقاومته 27Ω أوجد قيمة مجزئ التيار التي تجعل مؤشر الجلفانومتر يمر به 0.1 من التيار الكلي.

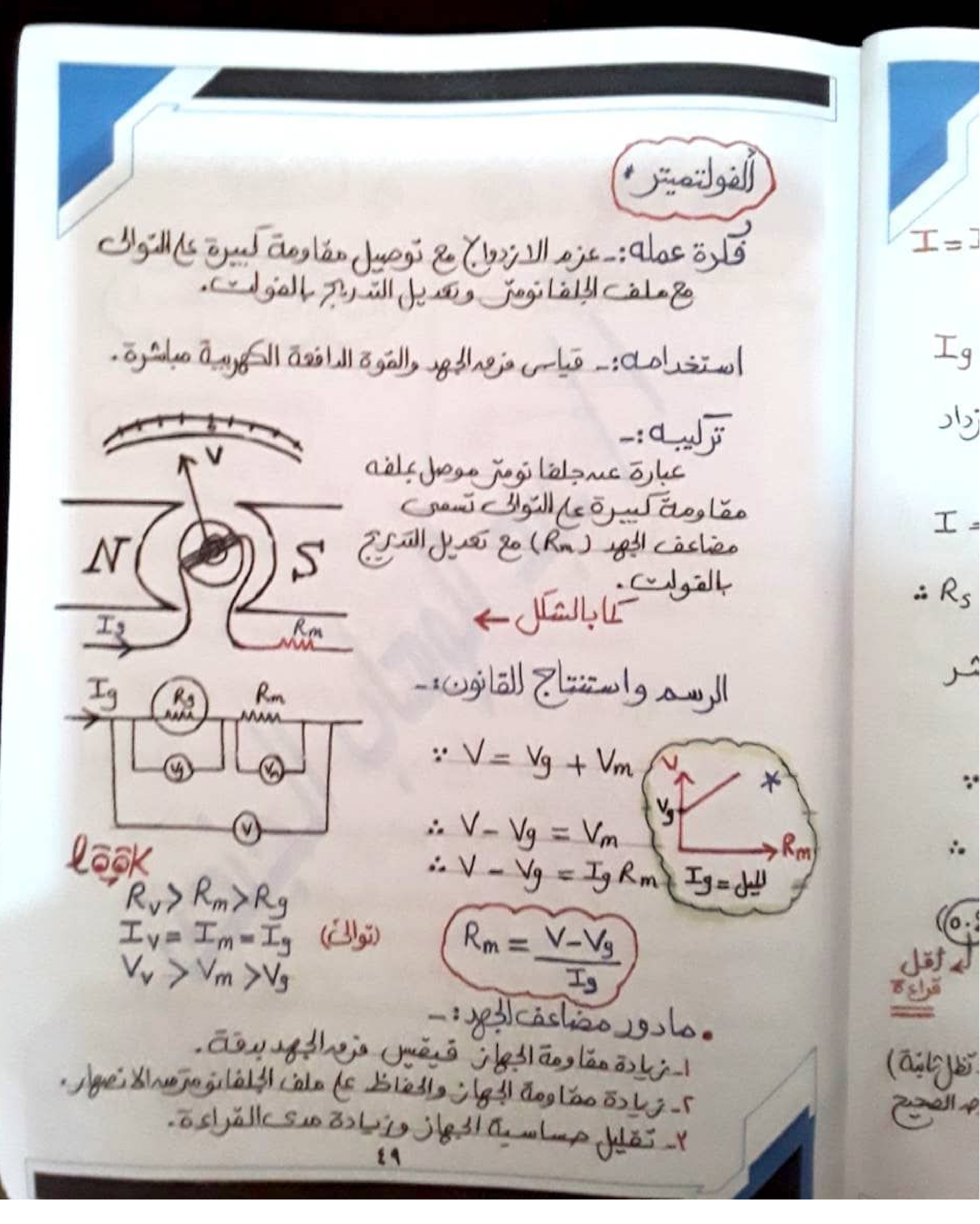
الحل

$$\because R_g = 27 \qquad I_g = 0.1 I$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.1 I \times 27}{I - 0.1 I} = \frac{2.7 I}{0.9 I} = 3\Omega$$

اختر

- قيمة المجزئ التي تعطي أدق قراءة .... (0.2 - 2 - 200) Ω ← أقل قراءة
- قيمة مجزئ التيار الذي ينقص حساسية جلفانومتر للخمس ...... $(5R_g - \frac{R_g}{5} - 4R_g - \frac{R_g}{4})$
- إذا قلت قيمة مجزئ التيار فإن حساسية الجهاز ...... (تقل - تزداد - تظل ثابتة)
- النسبة بين مقاومة مجزئ التيار إلى مقاومة الأميتر ...... الواحد الصحيح (أكبر من - أقل من - يساوي)



الفولتميتر

فكرة عمله:- عزم الازدواج مع توصيل مقاومة كبيرة على التوالي مع ملف الجلفانومتر وتعديل التدريج بالفولت.

استخدامه:- قياس فرق الجهد والقوة الدافعة الكهربية مباشرة.

تركيبه:-
عبارة عن جلفانومتر موصل بملفه مقاومة كبيرة على التوالي تسمى مضاعف الجهد (R_m) مع تعديل التدريج بالفولت.
كما بالشكل ←

الرسم واستنتاج القانون:-

$\because V = V_g + V_m$

$\therefore V - V_g = V_m$

$\therefore V - V_g = I_g R_m$

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

look

$R_v > R_m > R_g$

$I_v = I_m = I_g$ (توالي)

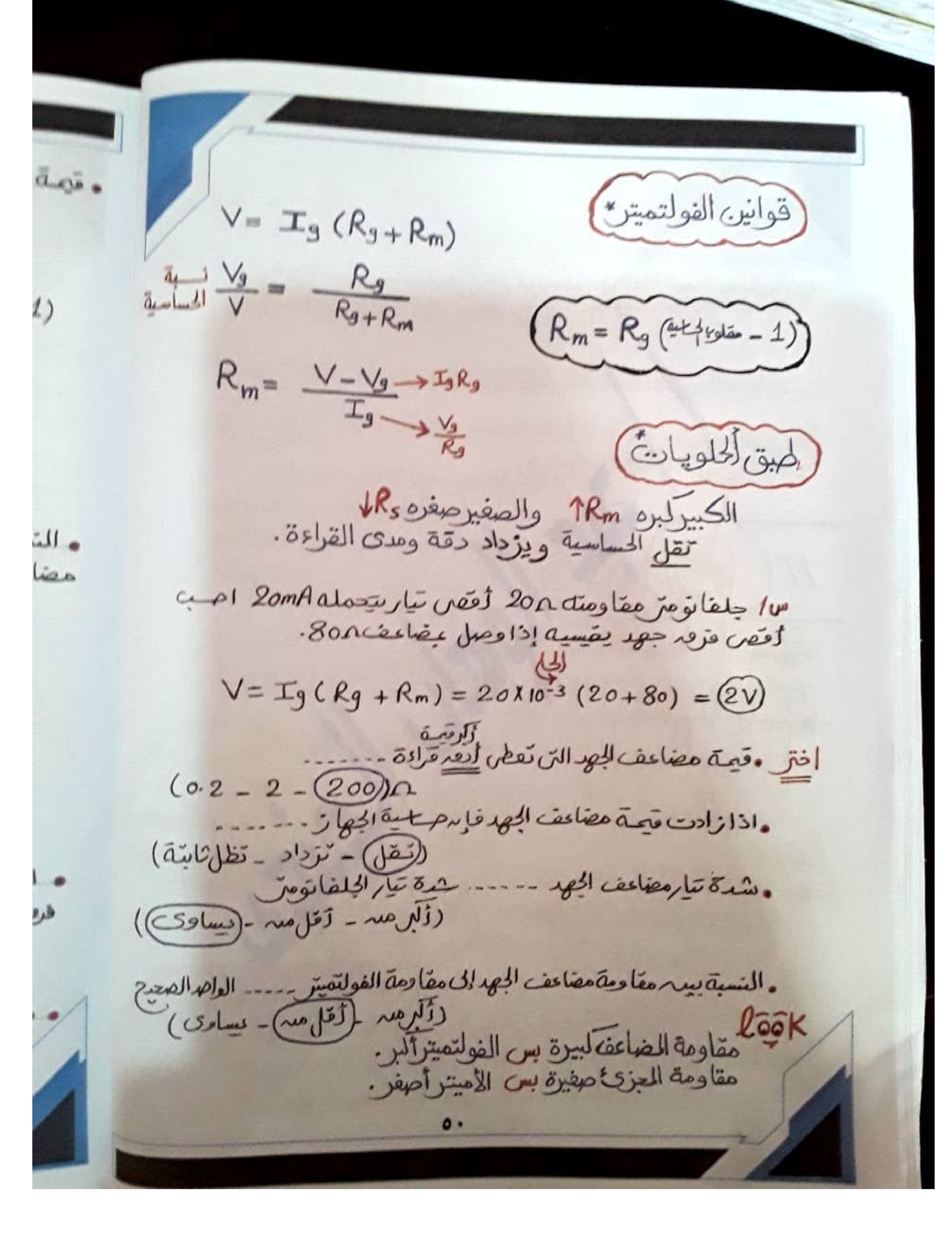
$V_v > V_m > V_g$

• ما دور مضاعف الجهد:-

١- زيادة مقاومة الجهاز فيقيس فرق الجهد بدقة.

٢- زيادة مقاومة الجهاز والحفاظ على ملف الجلفانومتر من الانصهار.

٢- تقليل حساسية الجهاز وزيادة مدى القراءة.



قوانين الفولتميتر*

$$V = I_g (R_g + R_m)$$

نسبة الحساسية $\frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$

$$R_m = R_g \left(\text{مقلوب الحساسية} - 1\right)$$

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

$V_g \rightarrow I_g R_g$ ، $I_g \rightarrow \frac{V_g}{R_g}$

طبق الحلويات*

الكبير كبره $\uparrow R_m$ والصغير صغره $\downarrow R_s$

تقل الحساسية ويزداد دقة ومدى القراءة.

س/ جلفانومتر مقاومته 20Ω أقصى تيار يتحمله $20mA$ احسب أقصى فرق جهد يقيسه إذا وصل بمضاعف 80Ω.

الحل

$$V = I_g (R_g + R_m) = 20 \times 10^{-3} (20 + 80) = 2V$$

اختر • قيمة مضاعف الجهد التي تعطي أبعد قراءة .... (أكبر قيمة)

$(0.2 - 2 - 200)\Omega$

• اذا زادت قيمة مضاعف الجهد فإن حساسية الجهاز ....

(تقل - تزداد - تظل ثابتة)

• شدة تيار مضاعف الجهد .... شدة تيار الجلفانومتر

(أكبر من - أقل من - يساوي)

• النسبة بين مقاومة مضاعف الجهد إلى مقاومة الفولتميتر .... الواحد الصحيح

(أكبر من - أقل من - يساوي)

look

مقاومة المضاعف كبيرة بس الفولتميتر أكبر.

مقاومة المجزئ صغيرة بس الأميتر أصغر.

• قيمة مضاعف الجهد الذى ينقص حساسية جلفانومتر للخمس ......

$$(5R_g - \frac{R_g}{5} - 4R_g - \frac{R_g}{4})$$

الحل

$$\frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

$$R_g + R_m = 5R_g$$

$$R_m = 4R_g$$

$$R_m = R_g(\text{مقلوب الحساسية} - 1)$$

$$R_m = R_g(5 - 1)$$

$$R_m = 4R_g$$

• النسبة بين مجزئ التيار الذى ينقص حساسية الجلفانومتر للربع إلى مضاعف الجهد الذى ينقص حساسيته للربع أيضا -------

$$(1:1 - 1:3 - 1:9)$$

الحل

$$\because R_s = \frac{R_g}{1 - \text{مقلوب الحساسية}} = \frac{R_g}{4-1} = \frac{R_g}{3}$$

$$\because R_m = R_g(\text{مقلوب الحساسية} - 1) = R_g(4-1) = 3R_g$$

$$\therefore \frac{R_s}{R_m} = \frac{R_g}{3} \times \frac{1}{3R_g} = \frac{1}{9}$$

• اذا وصل جلفانومتر مقاومته R_g بمضاعف للجهد لتكوين فولتميتر فكان فرق الجهد بين طرفى مضاعف الجهد ضعف فرق الجهد بين طرفى الجلفانومتر فإن فرق الجهد بين طرفى ....

$$(V = 5V_g - V = 4V_g - V = 3V_g - V = 2V_g)$$

$V_m = 2V_g$

$$\therefore V = V_g + V_m = V_g + 2V_g = 3V_g$$

• ما معنى أن مضاعف الجهد $= 200\,\Omega$

أى أن مقدار المقاومة الكبيرة التى توصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلى فولتميتر $= 200\,\Omega$

خلي بالك

لو لقيت في المسألة (كونا معاً جهاز واحد) أو وصل مع المجموعة (مع الأميتر) مضاعف

↓

«ارسم وحل»

① $\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s + R_g}$

② $V = I\left(\frac{R_s R_g}{R_s + R_g} + R_m\right)$

س/ جلفانومتر مقاومته 4Ω أقصى تيار يتحمله $1mA$ وصل بجزئ 1Ω **مكونا معاً جهازاً واحداً**، احسب أقصى فرق جهد يقيس عند توصيله بمضاعف 999.2Ω.

الحل

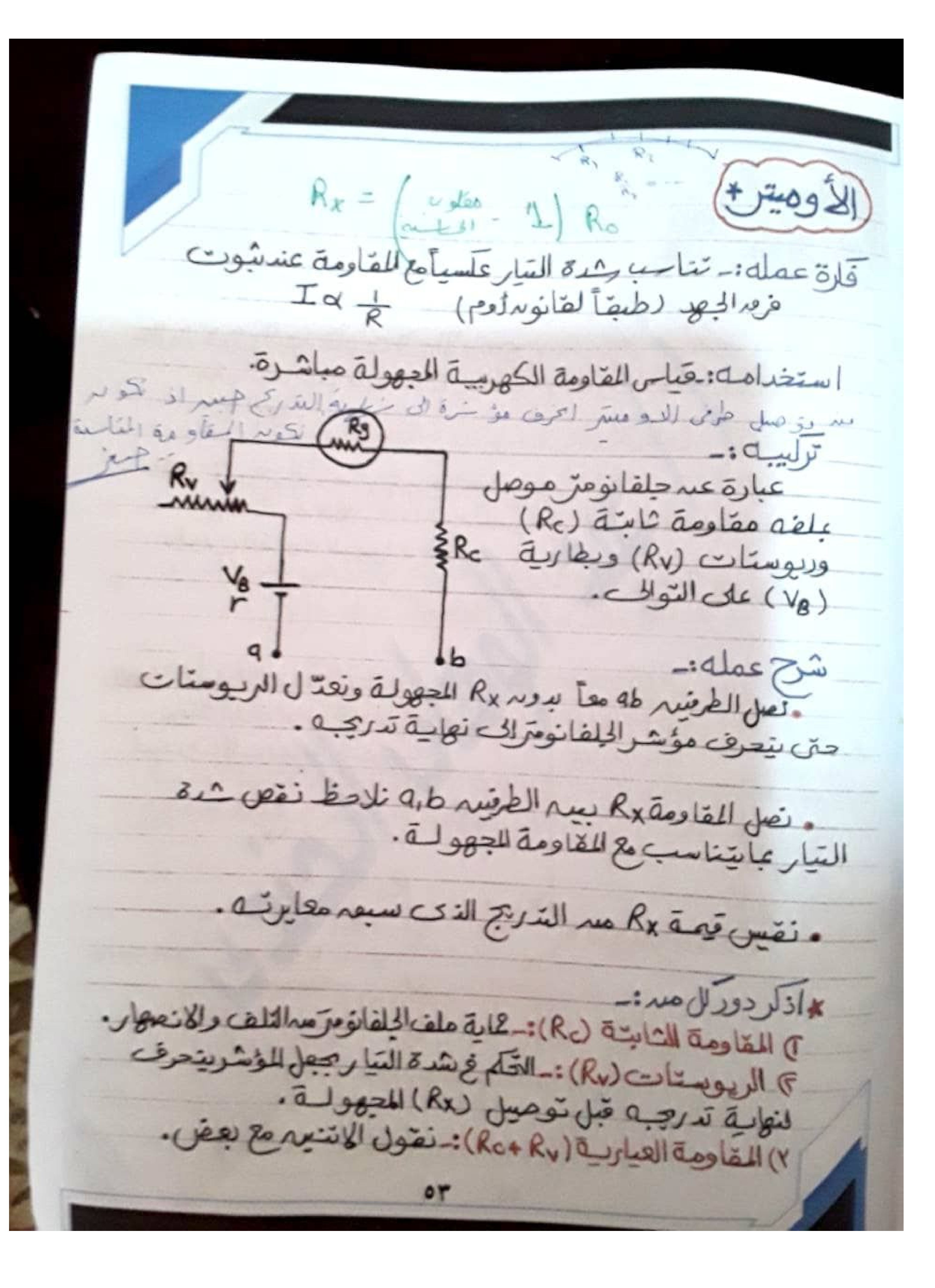
$I_g = 1mA$, $R_g = 4\Omega$, $R_s = 1\Omega$, $R_m = 999.2\Omega$

* $\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s + R_g}$

$\frac{1\times10^{-3}}{I} = \frac{1}{1+4}$ $\quad \therefore I = 5\times10^{-3} A$

* $V = I\left(\frac{R_s R_g}{R_s + R_g} + R_m\right)$

$= 5\times10^{-3}\left(\frac{4\times1}{4+1} + 999.2\right) = 5V$



الأوميتر *

$R_x = \left(\frac{\text{مقلوب}}{\text{الحالية}} - 1\right) R_0$

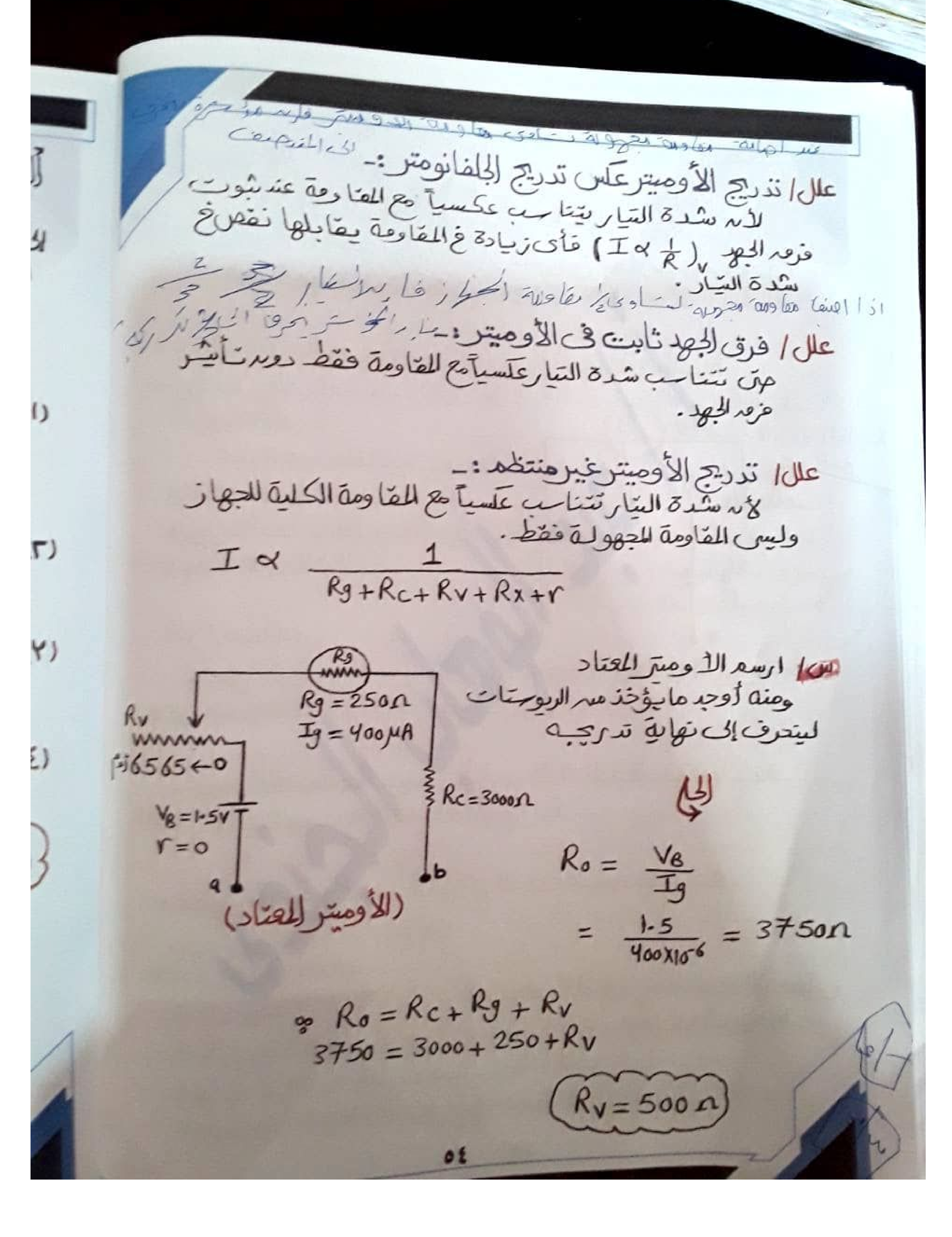
فكرة عمله:- تتناسب شدة التيار عكسياً مع المقاومة عند ثبوت فرق الجهد (طبقاً لقانون أوم) $I \propto \frac{1}{R}$

استخدامه:- قياس المقاومة الكهربية المجهولة مباشرة.

تركيبه:-
عبارة عن جلفانومتر موصل بلفه مقاومة ثابتة (R_c) وريوستات (R_v) وبطارية (V_B) على التوالي.

شرح عمله:-
- نصل الطرفين ab معاً بدون R_x المجهولة ونعدل الريوستات حتى ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى نهاية تدريجه.
- نصل المقاومة R_x بين الطرفين a,b نلاحظ نقص شدة التيار بما يتناسب مع المقاومة المجهولة.
- نقيس قيمة R_x من التدريج الذي سبق معايرته.

*** اذكر دور كل من:-**
1) المقاومة الثابتة (R_c):- حماية ملف الجلفانومتر من التلف والانصهار.
2) الريوستات (R_v):- التحكم في شدة التيار بجعل المؤشر ينحرف لنهاية تدريجه قبل توصيل (R_x) المجهولة.
3) المقاومة العيارية $(R_c + R_v)$:- نقول الاثنين مع بعض.



علل/ تدريج الأوميتر عكس تدريج الجلفانومتر :-

لأنه شدة التيار يتناسب عكسياً مع المقاومة عند ثبوت فرق الجهد $\left(I \propto \frac{1}{R}\right)_V$ فأي زيادة في المقاومة يقابلها نقص في شدة التيار.

علل/ فرق الجهد ثابت في الأوميتر :-

حتى تتناسب شدة التيار عكسياً مع المقاومة فقط دون تأثير فرق الجهد.

علل/ تدريج الأوميتر غير منتظم :-

لأنه شدة التيار تتناسب عكسياً مع المقاومة الكلية للجهاز وليس المقاومة المجهولة فقط.

$$I \propto \frac{1}{R_g + R_c + R_v + R_x + r}$$

س/ ارسم الأوميتر المعتاد ومنه أوجد ما يؤخذ من الريوستات ليتحرك إلى نهاية تدريجه

الحل

$$R_o = \frac{V_B}{I_g} = \frac{1.5}{400 \times 10^{-6}} = 3750\Omega$$

$$\therefore R_o = R_c + R_g + R_v$$

$$3750 = 3000 + 250 + R_v$$

$$R_v = 500\Omega$$

المقاومة العيارية ($R_v - R_c$) :-

هي المقاومة التي توصل على التوالي مع ملف الجلفانومتر عند تحويله الى أوميتر والتي تجعل ملفه يتحرف الى نهاية تدريجه قبل توصيل المقاومة المجهولة وحمايته من التلف.

اختر :- كلمة السر (وهوه) .

(١) لكي يتحرك مؤشر الأوميتر الى $\frac{1}{4}$ تدريج التيار يوصل بين طرفيه مقاومة ----- مقاومته
((3 أمثال) - 5 أمثال - ٤ أمثال)

(٣) إذا اوصل مع الأوميتر مقاومة ضعف مقاومته فإن مؤشره يتحرف الى ----- تدريجه
(($\frac{1}{3}$) - $\frac{1}{2}$ - نهاية)

(٢) أوميتر وصل بمقاومة 400Ω فانحرف إلى $\frac{1}{5}$ تدريجه فلكي ينحرف الى $\frac{1}{7}$ تدريجه يوصل معه مقاومة ..... Ω ((600) - 800 - 700)

(٤) عندما ينحرف مؤشر الأوميتر الى نهاية تدريج التيار تكون المقاومة المقاسة (الخارجية) (المجهولة) -------- (مالانهاية - (صفر) - تساوي مقاومة الجهاز)

القوانين

$I_g = \frac{V_B}{R_o}$ نهاية التدريج — قبل توصيل R_x

$I_x = \frac{V_B}{R_o + R_x}$ جزء من I_g مثلاً $\frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4} I_g$ — بعد توصيل R_x

$$\frac{I_x}{I_g} = \frac{R_o}{R_o + R_x}$$

$$R_o = R_g + R_v + R_c + r$$

س/ جلفانومتر تم تحويله إلى أوميتر وعندما وصل بين طرفيه مقاومة 300Ω انحرف مؤشره إلى $\frac{1}{4}$ تدريجه أوجد المقاومة التي تجعله ينحرف إلى $\frac{1}{6}$ تدريجه.

الحل

$$\because \frac{I_x}{I_g} = \frac{R_o}{R_o + R_x}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{R_o}{R_o + 300}$$

$$4R_o = R_o + 300$$

$$3R_o = 300$$

$$R_o = 100\Omega$$

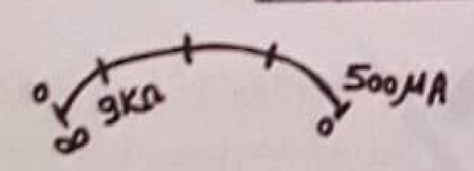
$$\frac{1}{6} = \frac{100}{100 + R_x}$$

$$600 = 100 + R_x$$

$$\therefore R_x = 500\Omega$$

س/ من الشكل المقابل:-

احسب R_o ، V_B



الحل

$$V_B = I_g R_o$$

$$= 500 \times 10^{-6} \times 3000$$

$$= 1.5V$$

$$\frac{I_x}{I_g} = \frac{R_o}{R_o + R_x}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{R_o}{R_o + 9 \times 10^3}$$

$$R_o + 9000 = 4R_o$$

$$3R_o = 9000$$

$$R_o = 3000\Omega$$

look

١- عد الأقسام.

٢- شوف المقاومة عند أي قسم (رقم).

٣- حل بقانون النسبة.

القسم → 1 ، العدد → 4

$(\frac{1}{4})$

الحث الكهرومغناطيسي

- أثبت فاراداي عكس ما أثبته أورستد حيث تمكن من توليد تيار كهربي بتأثير مجال مغناطيسي.

تيار كهربي $\underset{\text{هانز أورستد}}{\overset{\text{فاراداي}}{\rightleftarrows}}$ مجال مغناطيسي

مقدمة

عند تحريك سلك موضوع في دائرة مغلقة في مجال مغناطيسي.

↓

تتحرك الالكترونات من أحد طرفي السلك الى الطرف الآخر فيكتسب الطرف الآخر شحنة سالبة والأول شحنة موجبة ويتولد فرق جهد يسمى ق.د.ك مستحثة تولد تيار مستحث يتوقف إتجاهه على إتجاه الحركة والمجال.

س) شروط تولد تيار كهربي مستحث في موصل :-

1) وجود الموصل في دائرة مغلقة.

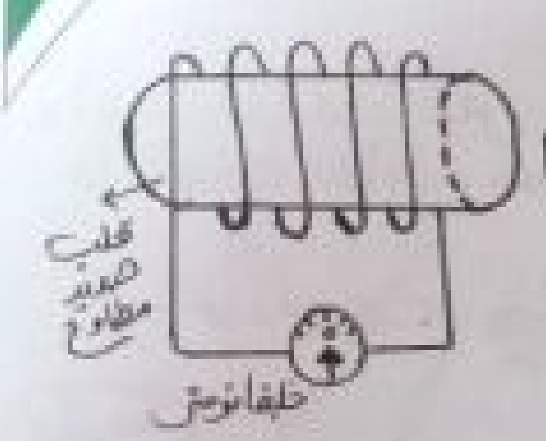
2) حدوث تغير في الفيض الذي يقطع الموصل. $\left(\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}\right)$

الحث الكهرومغناطيسي

"هو ظاهرة تولد ق.د.ك مستحثة وتيار كهربي مستحث في موصل موضوع في دائرة مغلقة نتيجة تعرضه لفيض مغناطيسي متغير"

تجربة فاراداي

* الأدوات: كما بالشكل



* الخطوات:

- عند تقريب المغناطيس من الملف يتحرك مؤشر الجلفانومتر لحظياً في اتجاه معين.

- عند إبعاد المغناطيس من الملف يتحرك المؤشر لحظياً في الاتجاه المضاد.

- عند ثبوت المغناطيس وتحريك الملف يحدث نفس الملاحظات السابقة.

* الاستنتاج:

يتولد تيار كهربي مستحث وقوة دافعة مستحثة في موصل موضوع في دائرة مغلقة عند حدوث تغير في الفيض الذي يقطع الموصل.

من خلال التجارب العملية وجد فاراداي أنه:- العوامل التي تتوقف عليها emf المستحثة المتولدة في ملف

1) عدد لفات الملف $emf \propto N$

2) المعدل الزمني للتغير في الفيض $emf \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

$emf \propto N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

* النص الرياضي لقانون فاراداي: $emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$ ← متوسطة

قانون فاراداى

" تتناسب ق.د.ك المستحثة المتولدة في ملف تناسباً طردياً مع المعدل الزمني للتغير في الفيض وكذلك مع عدد لفات الملف "

الويبر web

" هو الفيض المغناطيسي الذى إذا قطع عمودياً لفة من لفات ملف ثم تلاشى في زمن قدره 1sec تتولد بين طرفيه ق.د.ك مستحثة مقدارها 1V "

مما سبق نستنتج أن :-

* يمكن توليد ق.د.ك مستحثة في ملف يقطع خطوط مجال مغناطيسي عن طريق :-

$$\Delta \phi_m = (\phi_m)_2 - (\phi_m)_1 \quad (\phi_m = BA\sin\theta)$$

1) تغير مقدار أو اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر $\Delta \phi_m = (B_2 - B_1)A\sin\theta$
2) تغير مساحة الملف المعرضة للمجال المغناطيسي $\Delta \phi_m = B(A_2 - A_1)\sin\theta$
3) تغيير زاوية ميل المجال المغناطيسي على مستوى الملف $\Delta \phi_m = BA(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)$

* يمكن زيادة ق.د.ك المستحثة المتولدة في ملف عن طريق :-

1) زيادة عدد لفات الملف
2) زيادة النفاذية المغناطيسية للوسط (مثلاً استخدام قلب من الحديد)
3) زيادة سرعة الحركة النسبية بين الملف والمغناطيس
4) زيادة قوة المغناطيس المستخدم.

* العوامل التي يتوقف عليها إتجاه ق.د.ك المستحثة في موصل :-

1) اتجاه الحركة. 2) اتجاه المجال.

قاعدة لنز

«يكون اتجاه التيار المستحث بحيث يعاكس التغير المسبب له»

الاستخدام/ تحديد اتجاه التيار المستحث في ملف.

- عند تقريب المغناطيس بقطبه الشمالي من الملف يتولد في الملف تيار مستحث باتجاه معين بحيث يتولد قطب شمالي مواجه القطب الشمالي للمغناطيس. (شكل 1)

- عند إبعاد المغناطيس عن الملف ينعكس اتجاه التيار المستحث بحيث يتولد قطب جنوبي مواجه القطب الشمالي للمغناطيس. (شكل 2)

S
N
N
S
(شكل 1)

S
N
S
N
(شكل 2)

الاستنتاج/

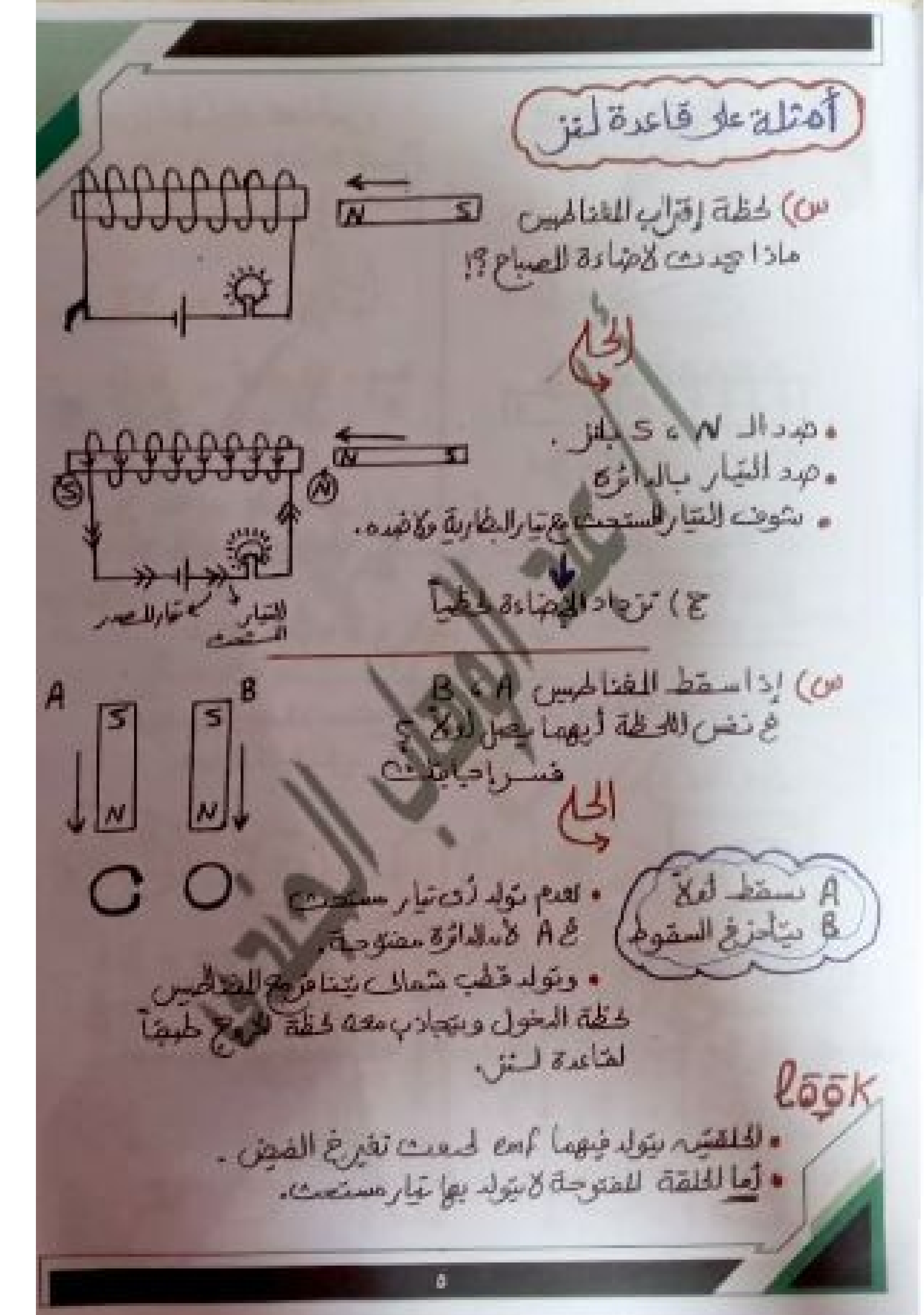
يكون اتجاه التيار المستحث بحيث يعاكس التغير المسبب له.

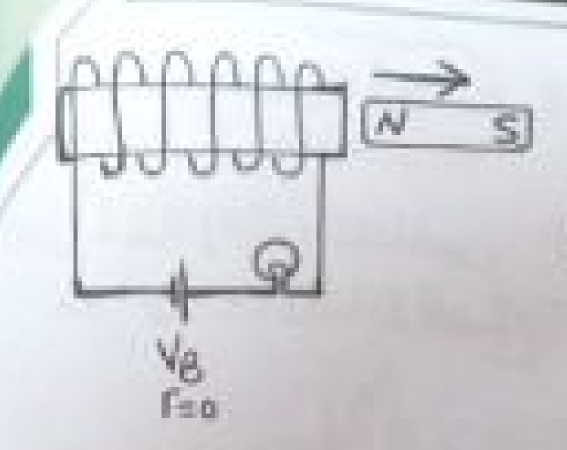
look

قاعدة لنز ← تعبر عن قانون بقاء الطاقة

طاقة ميكانيكية (حركية) ← طاقة كهربية

لأنه في حالة اقتراب المغناطيس أو ابعاده من ملف دائرته مغلقة كما هو موضح بالشكل يتطلب انجاز شغل ميكانيكي للتغلب على قوة التنافر في حالة الاقتراب أو قوة التجاذب في حالة الإبعاد، ويتحول هذا الشغل إلى نوع آخر من الطاقة (الكهربية).


أمثلة على قاعدة لنز
N S
س) لحظة اقتراب المغناطيس
ماذا يحدث لإضاءة المصباح؟!
الحل
• نحدد الـ N ، S بلنز.
• نحدد التيار بالدائرة
• نشوف التيار المستحث مع تيار البطارية ولا ضده.
ج) تزداد الإضاءة لحظياً
S N
تيار المصدر
التيار المستحث
س) إذا سقط المغناطيس A ، B
في نفس اللحظة أيهما يصل الأول؟
فسر إجابتك
A B
الحل
• لعدم تولد أي تيار مستحث
في A لأن الدائرة مفتوحة.
• وتولد قطب شمالي يتنافر مع المغناطيس
لحظة الدخول ويتجاذب معه لحظة الخروج طبقاً
لقاعدة لنز.
A يسقط أولاً
B يتأخر في السقوط
look
• الحلقتين يتولد فيهما emf لحدوث تغير في الفيض.
• أما الحلقة المفتوحة لا يتولد بها تيار مستحث.



س) خلال زيادة المغناطيس ماذا يحدث لإضاءة المصباح علماً بأن ($emf = \frac{1}{2} V_B$) ؟؟

الحل

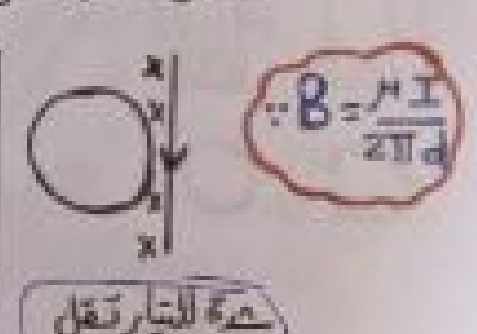
$\therefore$ محصلة الجهد $= V_B - emf$

$= V_B - \frac{1}{2} V_B = \frac{1}{2} V_B$

$\therefore$ الإضاءة = حرارة = قدرة

$\therefore P_w = \frac{V_B^2}{R} = \frac{(\frac{1}{2} V_B)^2}{R} = \frac{1}{4} \frac{V_B^2}{R}$

$\therefore$ تقل الإضاءة للربع تقريباً.



س) يمر تيار في سلك مستقيم طويل جداً علل تغير شدة التيار فيه وبجواره حلقة معدنية كما بالشكل.

$\because B = \frac{\mu I}{2\pi d}$

الحلقة تبتعد عن السلك	الحلقة تتحرك موازية للسلك	شدة التيار تزيد	شدة التيار تقل
$d\uparrow$ $B\downarrow$ نقص الفيض مع	d ثابتة B ثابتة	$I\uparrow$ $B\uparrow$ زيادة الفيض عكس	$I\downarrow$ $B\downarrow$ نقص الفيض مع
$\therefore$ يتولد في الحلقة تيار مستحث مع عقارب الساعة.	$\therefore$ لا يتولد تيار مستحث في الحلقة	$\therefore$ يتولد في الحلقة تيار مستحث عكس عقارب الساعة.	$\therefore$ يتولد في الحلقة تيار مستحث مع عقارب الساعة.

أفكار وفنيات فاراداي

- صور التغير في الفيض ($\Delta\phi_m$)

$$\Delta\phi_m = \phi_{m_2} - \phi_{m_1}$$

$$\because \phi_m = BA\sin\theta$$

$$\Delta\phi_m = B\,(A_2 - A_1)\sin\theta \quad (\Delta A)$$

$$\Delta\phi_m = (B_2 - B_1)\,A\sin\theta \quad (\Delta B)$$

$$\Delta\phi_m = BA\,(\sin\theta_2 - \sin\theta_1) \quad (\Delta\sin\theta)$$

دوران الملف

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

$$I_{\text{مستحث}}R = N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

$$\frac{Q}{t}R_{\text{ملف}} = N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

$$Q_{\text{مستحثة}}\,R_{\text{ملف}} = N\,\Delta\phi_m$$

$$n\cdot e\cdot R_{\text{ملف}} = N\,\Delta\phi_m$$

(n: عدد الإلكترونات المتحركة)

$$R_{\text{ملف}} = R_{\text{لفة}} \times N$$

دوران اللف

- من الوضع الأفقي (الموازي)

$\frac{1}{4}$ دورة (90°)

$$\Delta\phi_m = \phi_m - 0 = \phi_m$$

$\frac{1}{2}$ دورة، 180°، قلب، عكس

$$\Delta\phi_m = Zero$$

$\frac{3}{4}$ دورة، 270°

$$\Delta\phi_m = -\phi_m - 0 = -\phi_m$$

دورة كاملة

$$\Delta\phi_m = Zero$$

- من الوضع الرأسي (العمودي)

$\frac{1}{4}$ دورة (90°)

$$\Delta\phi_m = 0 - \phi_m = -\phi_m$$

$\frac{1}{2}$ دورة، 180°، قلب، عكس

$$\Delta\phi_m = -\phi_m - \phi_m = -2\phi_m$$

$\frac{3}{4}$ دورة، 270°

$$\Delta\phi_m = 0 - \phi_m = -\phi_m$$

دورة كاملة

$$\Delta\phi_m = Zero$$

Look

لو دار الملف $\frac{1}{4}$ دورة ، $\frac{1}{3}$ دورة ، 30° ، 45° وهكذا

* من الوضع الموازي للمجال

$$emf_{av} = -N \frac{BA(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}{t}$$

θ الزاوية بين الملف والمجال

$$emf_{av} = \frac{-NBA\sin\theta_2}{t}$$

* من الوضع العمودي على المجال

$$emf_{av} = -N \frac{BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{t}$$

θ الزاوية بين العمودي على الملف والمجال

$$emf = \frac{-NBA(\cos\theta_2 - 1)}{t}$$

س) إطار معدني مستطيل مساحة مقطعه $0.02\ m^2$ موضوع عمودياً على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $0.1\ T$ ، فإذا دار الإطار بزاوية θ حول محور عمودي على اتجاه المجال خلال $0.25s$ تولدت قوة دافعة كهربية متوسطة في مقدارها $4mV$ ، فما الزاوية التي دارها مستوى الملف ؟!

(30° ، 45° ، 60° ، 75°)

$$\therefore emf = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \frac{BA(\cos\theta_2 - 1)}{t}$$

$$4\times10^{-3} = -1 \times \frac{0.1\times0.02(\cos\theta_2 - 1)}{0.25}$$

$$1\times10^{-3} = -2\times10^{-3}(\cos\theta_2 - 1)$$

$$-\frac{1}{2} = \cos\theta_2 - 1$$

$$\cos\theta = \frac{1}{2} \qquad \therefore \theta = 60^\circ$$

9

لو كان في المسألة تردد

$f = \dfrac{N}{t}$ — عدد الدورات / الزمن بالثواني

• لو دار من الوضع الأفقي

$\frac{1}{4}$ دورة $emf = -NAB4f$

$\frac{1}{2}$ دورة $emf = Zero$

$\frac{3}{4}$ دورة $emf = \dfrac{NAB4f}{3}$

دورة كاملة $emf = Zero$

• لو دار من الوضع الرأسي

$\frac{1}{4}$ دورة $emf = NAB4f$

$\frac{1}{2}$ دورة $emf = NAB4f$

$\frac{3}{4}$ دورة $emf = \dfrac{NAB4f}{3}$

دورة كاملة $emf = Zero$

س) متوسط emf خلال $\frac{1}{4}$ دورة = $\frac{1}{2}$ دورة من الوضع الرأسي ؟!!
لأن الزيادة في الفيض يقابلها زيادة في الزمن فيظل متوسط emf ثابت.

$\frac{1}{4}$ دورة $emf = -N\dfrac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -N\dfrac{-\phi_m}{\frac{1}{4}T} = \dfrac{NAB}{\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{f}} = NAB4f$

$\frac{1}{2}$ دورة $emf = -N\dfrac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -N\dfrac{-2\phi_m}{\frac{1}{2}T} = \dfrac{NAB\times 2}{\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{f}} = NAB4f$

س) متى ينعدم متوسط emf المستحثة للملف ؟!!
بعد دورة كاملة

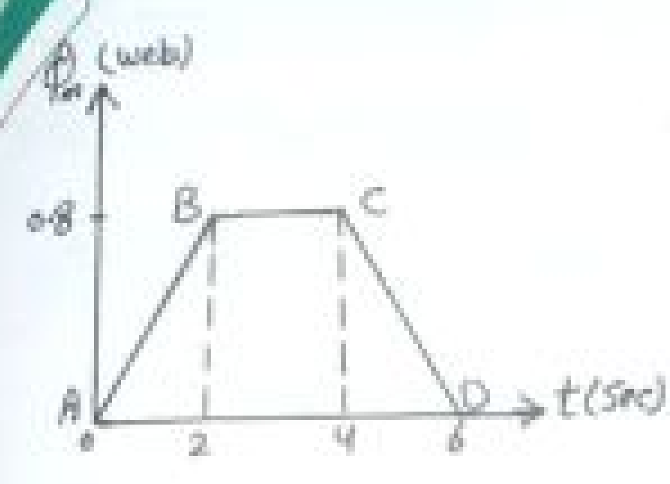
س) متى ينعدم متوسط emf المستحثة للملف بعد $\frac{1}{2}$ دورة ؟!!
إذا بدأ الدوران من الوضع الأفقي.

سالب لنز

يوضع في القانون والتعويض عند حساب emf فقط ويراعى طرح (الثاني – الأول) و emf تطلع ⊕ ، ⊖ عادي.

المسائل المرسومة

س) ملف عدد لفاته 100 لفة احسب متوسط emf خلال كل جزء.



AB) $emf = -N \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = -100 \frac{(0.8-0)}{2} = -40V$

BC) $emf = -100 \frac{(0.8-0.8)}{(4-2)} = Zero$ لعدم حدوث تغير الفيض

CD) $emf = -100 \frac{(0-0.8)}{(6-4)} = 40V$

س) فيض مغناطيسي Φ_m يخترق عمودياً ملف لولبي تكون أكبر شحنة تمر عبر الملف إذا:

أ) إنعدم الفيض في 1s

ب) إنعدم الفيض في 0.1s

ج) إنعدم الفيض في 0.01s

د) الشحنة تكون متساوية في كل ماسبق

$QR = N \Delta \Phi_m$ (Q ليس لها علاقة بالزمن)

س) فيض مغناطيسي Φ_m يخترق عمودياً ملف لولبي عندما ينعدم في 0.1s تكون أكبر شحنة تمر في الملف إذا كانت مقاومته ......

أ) 2Ω

ب) 0.5Ω

ج) 5Ω

د) الشحنة تكون متساوية في كل ماسبق

$$\uparrow Q = \frac{N \Delta \Phi_m}{R \downarrow}$$

س) ملفان دائريان متماثلان إحداهما من النحاس والآخر من الألومنيوم معرضان لفيض مغناطيسي منتظم عمودياً على مستواهما ($\rho_{e\,Al} > \rho_{e\,Cu}$) وعند سحبهما معاً من داخل المجال خلال نفس الفترة

- فإن emf المتولدة في ملف النحاس .... emf في ملف الألومنيوم

أ) أكبر ب) أقل ج) تساوي

- ويكون التيار المار في ملف النحاس .... التيار المار في ملف الألومنيوم

أ) أكبر ب) أقل ج) تساوي

$$\left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_1 = \left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_2 \quad \therefore emf_1 = emf_2$$

$$emf = I\,R$$ ثابت

س) حلقتان معدنيتان تتألف كل منهما من لفة واحدة، وقطر الحلقة الأولى ضعف قطر الحلقة الثانية مستواهما متعامد على اتجاه مجال مغناطيسي فإذا كان المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي المؤثر على كل منهما متساوياً فتكون النسبة بين القوتين الدافعتين الكهربيتين المتولدتين فيهما النسبة ...

أ) $1:2$ ب) $1:1$ ج) $2:1$ د) $4:1$

$$\because N_1 = N_2 \quad \because \left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_1 = \left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_2 \quad \therefore emf_1 = emf_2$$

look

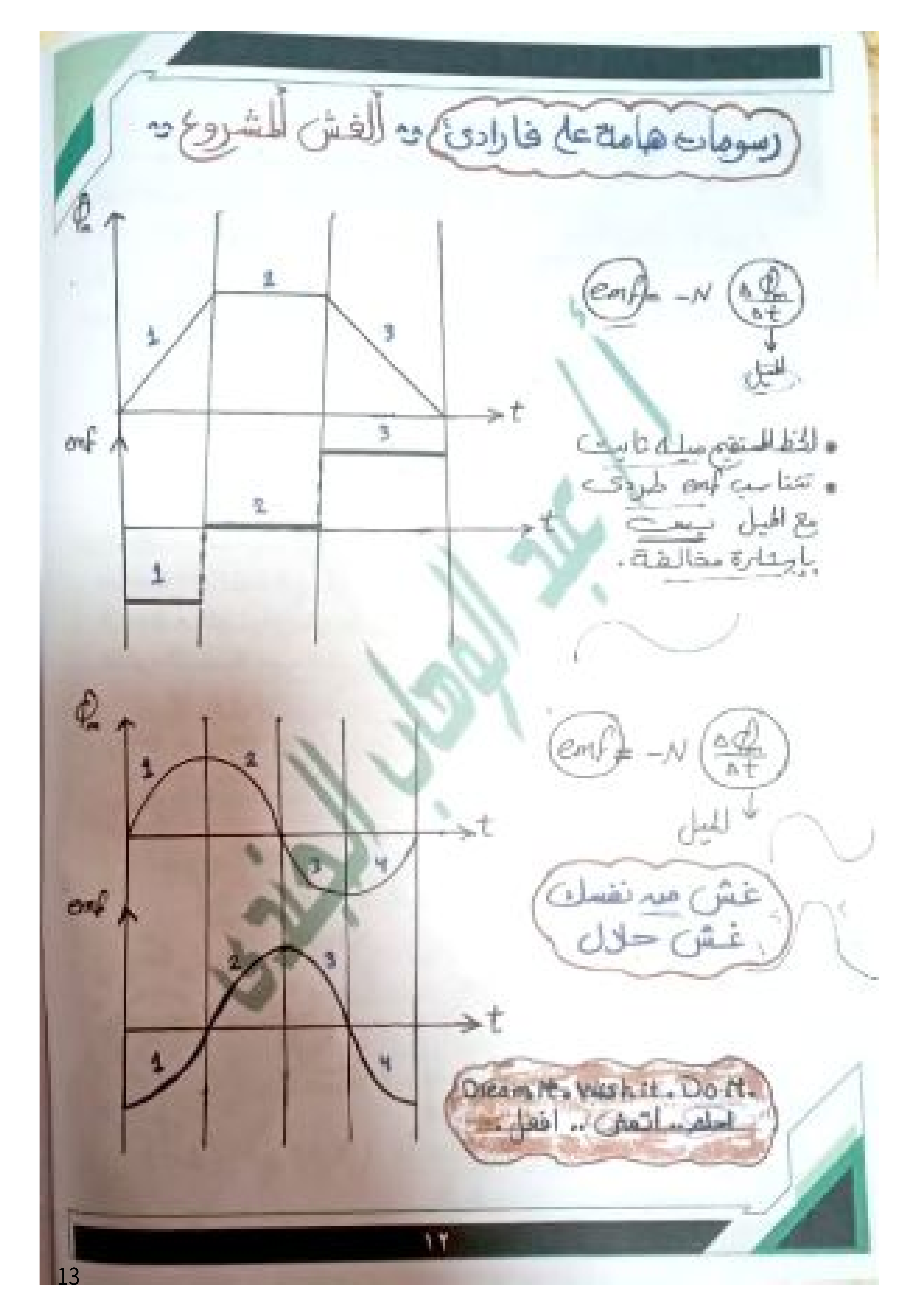
تتولد emf مستحثة وتيار مستحث في ملف يدور في فيض

إذا كان محور الدوران عمودي على المجال:

محور الحركة

محور الحركة

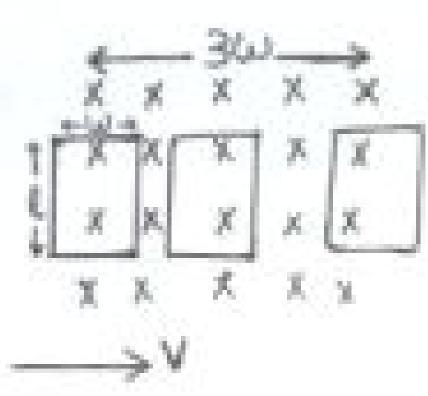
(X) (X) (X) (✓)



رسومات هامة على فاراداي
الغش المشروع
emf = -N ΔΦm/Δt
الميل
• الخط المستقيم ميله ثابت
• تتناسب emf طردي مع الميل بس بإشارة مخالفة.
غش من نفسك
غش حلال
Dream it. Wish it. Do it.
احلم.. اتمنى.. افعل.
١٢

س) حلقة في الشكل ملف مستطيل طوله (ℓ) وعرضه (ω) ومقاومته (R) يتحرك بسرعة منتظمة (V) إلى اليمين لتدخل مجال مغناطيسي منتظم شدته (B) اتجاهه عمودياً على الصفحة للداخل وعرضه (3ω).

المطلوب



1) ارسم علاقة بين الفيض (Φ_m) المخترق الملف والمسافة (X) في اتجاه اليمين.

2) ارسم علاقة بين (emf) المستحثة في الملف والمسافة (X) في اتجاه اليمين.

3) ارسم علاقة بين المسافة (X) والقوة الناتجة على الحلقة.

Φ_m: $BA = B\ell\omega$

emf: $B\ell v$ ، $-B\ell v$

F: $\frac{B^2\ell^2 v}{R}$

X: 0 ، ω ، 3ω ، 4ω

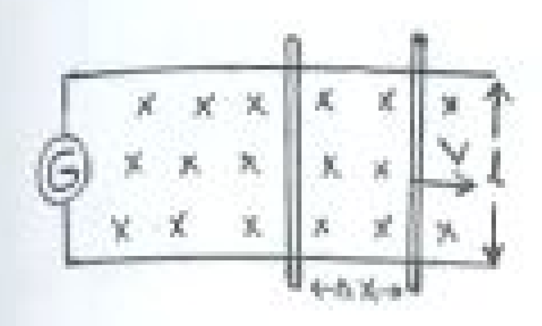
$$I = \frac{emf}{R} = \frac{B\ell v}{R}$$

$$F = BI\ell$$

$$F = B\frac{B\ell v}{R}\ell$$

$$F = \frac{B^2\ell^2 v}{R}$$

القوة الدافعة المستحثة المتولدة في سلك مستقيم يمر به تيار موضوع في مجال



- إذا تحرك سلك طوله (ℓ) مسافة (ΔX) كما بالشكل بسرعة (V) فإن:

$$emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$= -\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} \rightarrow ①$$

$$\because \Delta \phi_m = B . \Delta A$$

$$\therefore \Delta \phi_m = B . \ell . \Delta X \rightarrow ②$$

بالتعويض من ② في ①:-

$$\therefore emf = -\frac{B \ell \Delta X}{\Delta t}$$

$$\therefore emf = -B \ell V$$

لو مال السلك بزاوية θ:-

$$emf = B \ell V \sin\theta$$

θ الزاوية بين اتجاه حركة السلك والمجال المغناطيسي

س) متى يتحرك سلك في مجال ولا يتولد به تيار مستحث؟

ج/ إذا تحرك السلك موازياً لخطوط الفيض

$\because \theta = 0 \quad \sin 0 = 0$

$\therefore emf = 0$

اختر/ مقدار emf المتولدة في سلك معدني طوله (L) عند تحريكه بسرعة ثابتة في مجال مغناطيسي لا يتوقف على .....

أ) مقاومة السلك ✓ ب) طول السلك

ج) سرعة حركة السلك د) شدة المجال المغناطيسي

قاعدة فلمنج لليد اليمنى

الاستخدام: تحديد إتجاه التيار المستحث في سلك مستقيم يتحرك عمودي في مجال مغناطيسي.

الشرح: نجعل أصابع اليد اليمنى السبابة والإبهام وباقي الأصابع متعامدة على بعضهم البعض بحيث يشير الإبهام لاتجاه الحركة والسبابة لاتجاه المجال فتدل باقي الأصابع على إتجاه التيار المستحث.

مثال: حدد إتجاه التيار المستحث وأي النقطتين أكبر جهد؟ وحدد قطبية السلك.

ج / إتجاه التيار من B إلى A

A أكبر جهد

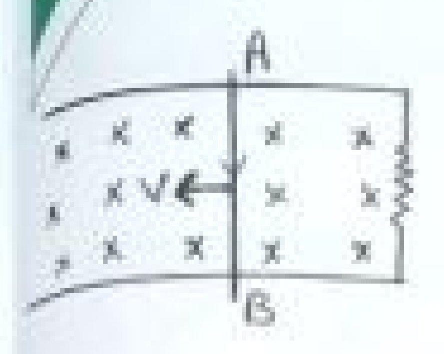
look

- السلك يعمل كبطارية
- فلمنج لليد اليمنى تحدد إتجاه التيار المستحث.
- لو طلب إتجاه الالكترونات المستحثة فلمنج لليد اليسرى.

(Km/h $\xrightarrow{\times \frac{5}{18}}$ m/s)

كيلومتر/ساعة ← ← م/ث

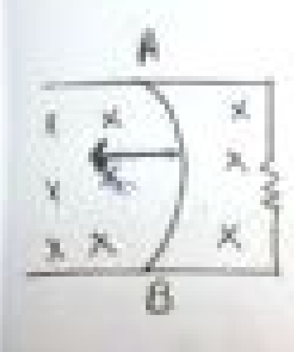
- ينتقل التيار من الجهد الأعلى للأقل عبر المقاومة. (الدايرة)



س) كما بالموقف الموضح بالشكل فإن السلك AB ينزلق على قضبانه مثبتة بسرعة ثابتة (V) فإذا تم استبدال السلك AB بحلقة نصف دائرية فإن قيمة التيار الكهربي المستحث ----

أ) تزيد
ب) تقل
ج) تظل ثابتة
د) تحدد على إذا ما كان مستوى الحلقة الدائرية ناحية للقادم أو بعيد آعنه.

الحل



$$emf = B\ell V$$

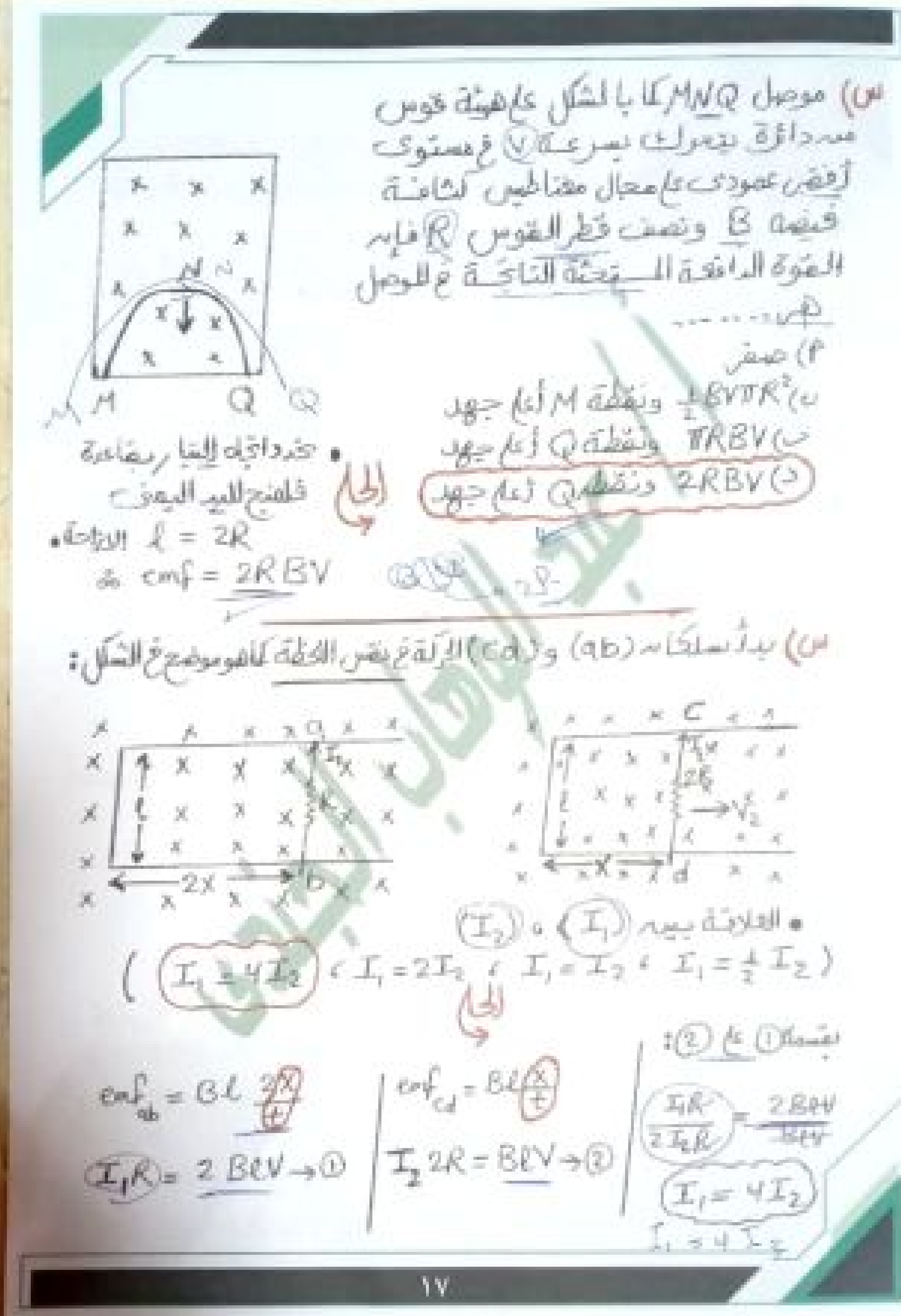
لم تتغير أي من العوامل والطول يظل المسافة بين السلكين (AB) ثابت.

س) قضيب كما بالشكل مكون من ٢ أجزاء كل جزء طوله 1m موضوع عموديا على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 2T يتحرك بسرعة 8m/s فإن emf المتولدة هي ------

($16\sqrt{2}$, $32\sqrt{2}$, 16 , 32) V

$$\bar{\ell}_{\text{المحصلة}} = \sqrt{(1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2}$$

$$\therefore emf = B\ell V = 2 \times \sqrt{2} \times 8 = 16\sqrt{2}\ V$$

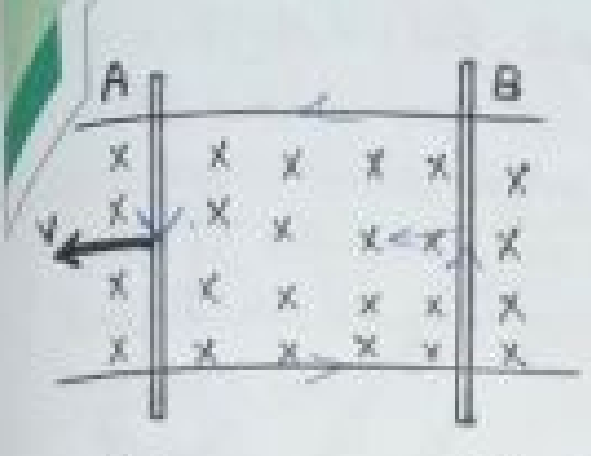


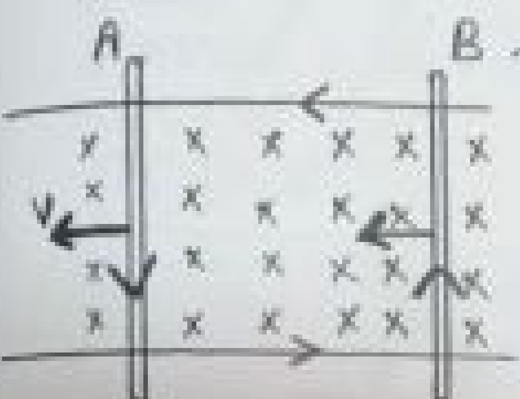
س) موصل MNQ كما بالشكل على هيئة قوس من دائرة يتحرك بسرعة (V) في مستوى أفقي عمودي على مجال مغناطيسي ثابت قيمته B ونصف قطر القوس (R) فإن القوة الدافعة المستحثة الناتجة في الموصل هي ......
أ) صفر
ب) $\frac{1}{2}BV\pi R^2$ ونقطة M أعلى جهد
ج) πRBV ونقطة Q أعلى جهد
د) $2RBV$ ونقطة Q أعلى جهد
M
Q
N
الحل
• تحدد اتجاه التيار بقاعدة فلمنج لليد اليمنى
• الإزاحة $\ell = 2R$
$\therefore emf = 2RBV$
س) يتحرك سلكان (ab) و (cd) الأفقيان في نفس اللحظة كما هو موضح في الشكل:
$2X$
X
I_1
I_2
$2R$
V_2
a
b
c
d
• العلاقة بين (I_1) و (I_2)
$(I_1 = \frac{1}{2}I_2$ ، $I_1 = I_2$ ، $I_1 = 2I_2$ ، $I_1 = 4I_2)$
الحل
$emf_{ab} = B\ell \frac{2X}{t}$
$I_1 R = 2B\ell V \rightarrow ①$
$emf_{cd} = B\ell \frac{X}{t}$
$I_2 2R = B\ell V \rightarrow ②$
بقسمة ① على ②:
$\frac{I_1 R}{2 I_2 R} = \frac{2B\ell V}{B\ell V}$
$I_1 = 4I_2$

اختر/

إذا تحرك السلك (A) كما بالشكل فإن B يتحرك ....

(نحو اليمين - نحو اليسار جهة A)





الحل

ج/ نحو اليسار

① طبقاً لقاعدة فلمنج لليد اليمنى على السلك (A)

② طبقاً لقاعدة فلمنج لليد اليسرى على السلك (B)

احسب/ قراءة الأميتر والقوة المحركة للسلك AB

الحل

A
B
B
4Ω
20 cm
V = 4 m/s
B = 10 Tes

$\because emf = B\ell v \sin\theta$

$\therefore emf = 10 \times 20 \times 10^{-2} \times 4 = 8\,V$

$I = \frac{emf}{R} = \frac{8}{4} = 2A$

$F = BI\ell \sin\theta$

$= 10 \times 2 \times 20 \times 10^{-2}$

$= 4N$

هاااام جدا!!!!

س) الشكل الذي تتولد في السلك emf هو الشكل ....

(هـ) (د) (جـ) (ب) (أ)

(أ) اتجاه الحركة موازي للمجال

(ب) اتجاه الحركة والسلك والمجال موازيين

(جـ) اتجاه السلك موازي للمجال

(د) اتجاه الحركة موازي للسلك

(emf = Zero)

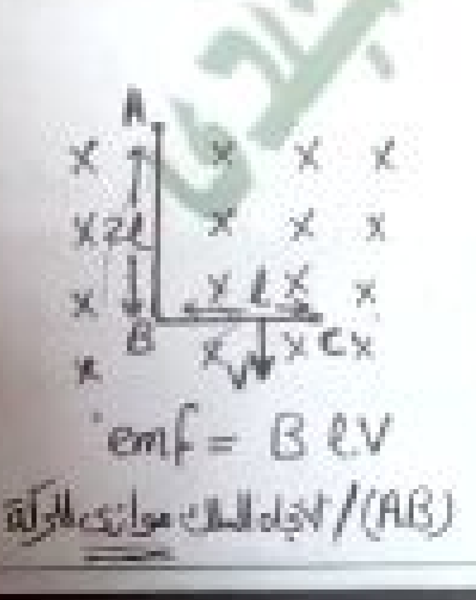
(هـ) اتجاه الحركة والسلك والمجال متعامدين

look

- لكي تتولد emf لابد أن تكون :- اتجاه الحركة والسلك والمجال متعامدين

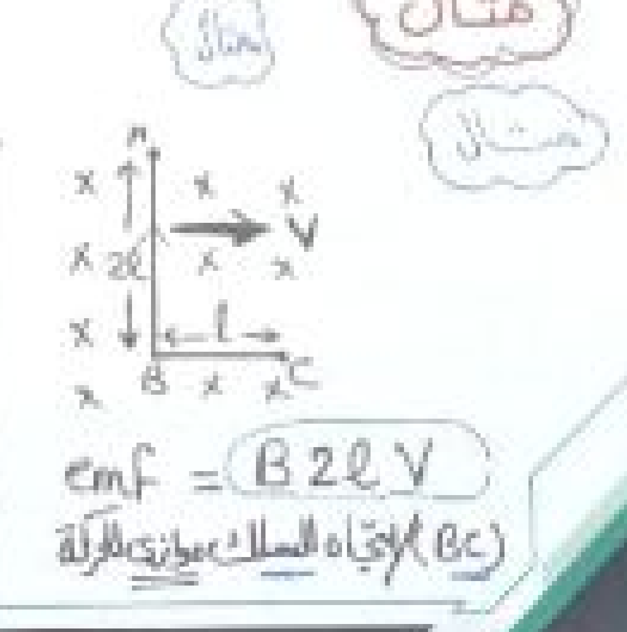
- إذا كانت اتجاه الحركة للداخل أو للخارج (emf = 0) لأن اتجاه الحركة موازية للمجال.

مثال



$emf = B \ell V$

اتجاه السلك موازي للحركة / (AB)



$emf = B 2\ell V$

(BC) اتجاه السلك موازي للحركة

س) عقرب الثواني في احد ساعات الميادين طوله 7cm يتحرك في فيض كثافة $4\times10^{-3}T$ احسب متوسط emf المتولدة بين طرفيه خلال دورة واحدة.

الحل

$l = r$

$A = \pi r^2$

$= \frac{22}{7} \times (7\times10^{-2})^2$

$= 0.0154\ m^2$

$emf = -N\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t}$ ← B·A

$= 1\times\frac{4\times10^{-3}\times0.0154}{60}$

$= 1.03\times10^{-6}V$

OR

$emf = -Blv$

سرعة متوسطة $= \frac{x}{t} = \frac{x}{2t} = \frac{2\pi r}{2t}$

$emf = 4\times10^{-3}\times7\times10^{-2}$

$\times\frac{2\times\frac{22}{7}\times7\times10^{-2}}{2\times60}$

$= 1.03\times10^{-6}V$

look: [عقرب ثواني / ريشة مروحة] نفس الطريقة

س) الملف (ab) طوله 50cm يتحرك بسرعة 6m/s عمودي على مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.5T ، خلال تحرك الملف فإن إضاءة المصباح ....

$r = 0$

$V_B = 1.5V$

$v = 6m/s$

الحل

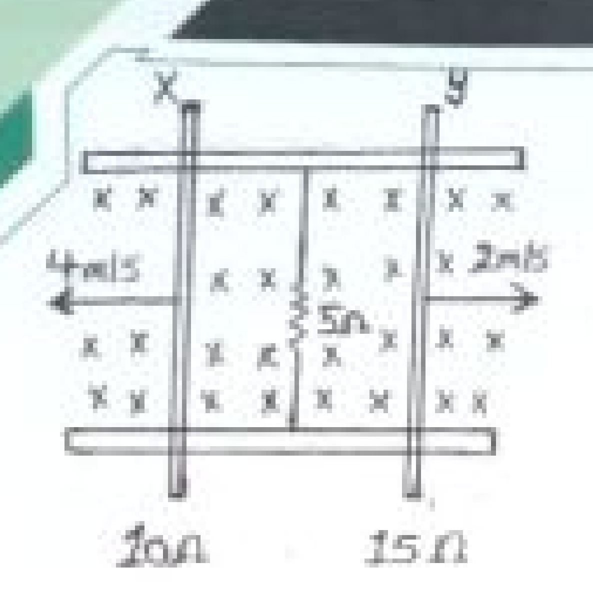
$\because emf = Blv = 0.5\times50\times10^{-2}\times6 = 1.5V$

$\because emf = V_B = 1.5V$

$\because$ اتجاه التيار المستحث في اتجاه تيار البطارية طبقاً لقاعدة فلمنج لليد اليمنى.

$\therefore$ التيار يزيد للضعف تقريباً فتزداد الإضاءة لأربعة أمثال تقريباً. $(P_w = I^2R)$

(إضاءة = حرارة = قدرة)



س) في الشكل المقابل :-
أوجد شدة التيار المار في المقاومة 5Ω إذا علمت أن طول السلك 10 cm وكثافة الفيض 0.01 Tesla.

الحل

$$(emf)_y = B\ell V_y = 0.01 \times 10\times10^{-2} \times 2 = 2\times10^{-3}\, V$$

تيارها في السلك لأعلى طبقاً لفلمنج لليد اليمنى.

$$(emf)_x = B\ell V_x = 0.01 \times 10\times10^{-2} \times 4 = 4\times10^{-3}\, V$$

تيارها في السلك لأسفل طبقاً لفلمنج لليد اليمنى.

الدائرة المكافئة كما بالشكل :-

ونحسب التيارات باستخدام قوانين كيرشوف

$$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out} \qquad I_1 - I_2 - I_3 = 0 \rightarrow (1)$$

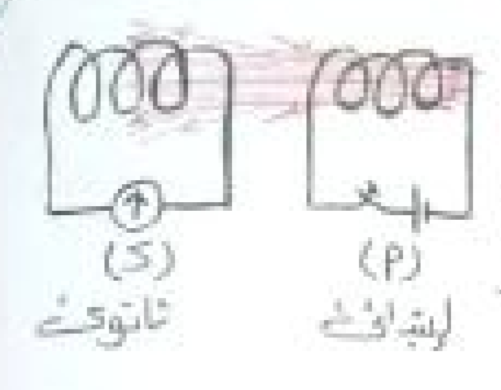
$$\text{loop 1} \quad \Sigma V_B = \Sigma IR \qquad 0I_1 - 5I_2 + 15I_3 = 2\times10^{-3} \rightarrow (2)$$

$$\text{loop 2} \quad \Sigma V_B = \Sigma IR \qquad 10I_1 + 5I_2 + 0I_3 = 4\times10^{-3} \rightarrow (3)$$

حل المعادلات (1) و(2) و(3) باستخدام الآلة الحاسبة.

$\therefore I_1 = 0.327\, mA \qquad I_2 = 0.145\, mA \qquad I_3 = 0.181\, mA$

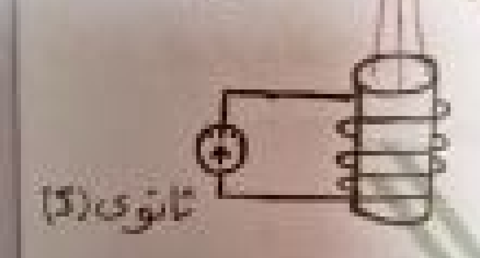
الحث المتبادل بين ملفين



« هو التأثير الكهرومغناطيسي الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين عندما يتولد في أحدهما ق . د . ك مستحثة وتيار كهربي مستحث لمقاومة التغير في الفيض الناشئ عن الآخر »

* تجربة لتوضيح الحث المتبادل :-

- نغلق دائرة الملف الابتدائى ونقرب الملف الابتدائى من الثانوى أو نبعده.
  <u>نلاحظ</u> انحراف مؤشر الجلفانومتر لحظياً .



- ندخل الملف الابتدائى داخل الثانوى ونغلق ونفتح الدائرة أو نزيد وننقص الريوستات.
  <u>نلاحظ</u> انحراف مؤشر الجلفانومتر لحظياً أيضاً.

الاستنتاج تتولد emf مستحثة وتيار مستحث في الملف الثانوى نتيجة تغير الفيض الناتج عن الابتدائى فيما يعرف بالحث المتبادل بين ملفين.

استنتاج علاقة لتعين emf المتولدة في ملف بالحث المتبادل

$$\because emf \propto \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$$

$$\because \frac{\Delta I}{\Delta t} \propto \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t}$$

$$\therefore emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\therefore \boxed{emf_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}}$$

M معامل الحث المتبادل بين ملفين

"هو مقدار ق.د.ك المستحثة المتولدة في ملف نتيجة تغير شدة التيار في الآخر بمعدل 1 أمبير/ث"

الهنري

$$M = \frac{emf_2 \cdot \Delta t}{\Delta I_1}$$

• هو معامل الحث المتبادل بين ملفين عندما تتولد ق.د.ك مستحثة مقدارها 1 فولت في أحدهما نتيجة تغير شدة التيار في الآخر بمعدل 1 أمبير/ث"

هنري (Hen) = فولت.ث / أمبير

كود (48)

العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث المتبادل

1. معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (μ)
2. مساحة الملف
3. طول الملف } ← حجم الملف
4. عدد لفات الملف
5. المسافة الفاصلة بين الملفين

أي عامل روح لقانونه العوامل

look

$$emf_2 = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -N_2\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$A_2 \cdot$ 1 من جاية B

$$\therefore M = \frac{N_2 \phi_m}{I_1} = \frac{N_2 B_1 A_2}{I_1} = \frac{N_2 \mu N_1 I_1 A_2}{I_1 \ell_1}$$

$$\therefore M = \frac{\mu N_1 N_2 A_2}{\ell_1}$$

س) ملف رومكورف عدد لفات ملفه الابتدائي 200 لفة يمر به تيار كهربي شدته 4A وقلب الملف مصنوع من الحديد طوله 10cm ومعامل نفاذيته المغناطيسية 0.002 فإذا انقطع التيار في الملف الابتدائي في زمن قدره 0.01s احسب:

1- emf المتولدة في الملف الثانوي إذا كان عدد لفاته 10^5 لفة وقطره 3.5cm

2- معامل الحث المتبادل بين الملفين.

(الحل)

$$B_1 = \frac{\mu_1 N_1 I_1}{l_1} = 0.002 \times \frac{200 \times 4}{0.1} = 16\,T$$

1) $$(emf)_2 = -N_2 \frac{\Delta B_1 A_2}{\Delta t} = -10^5 \times \frac{(0-16)\pi \times (1.75 \times 10^{-2})^2}{0.01} = 1.54 \times 10^5\,V$$

2) $$M = \frac{(emf)_2 \cdot \Delta t}{\Delta I_1} = \frac{1.54 \times 10^5 \times 0.01}{4} = 385\,H$$

طرق تولد emf مستحثة بالحث المتبادل

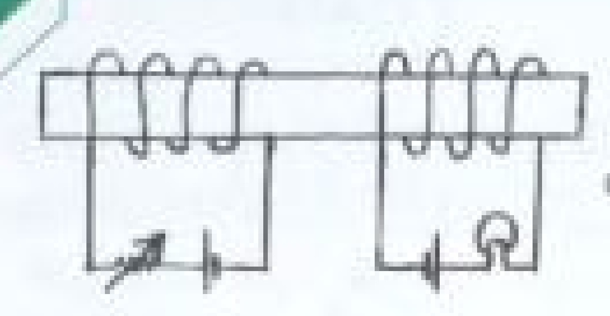
emf عكسية	emf طردية
• تقريب (إدخال) • نقص الريوستات (زيادة شدة التيار) • غلق الدائرة الزيادة $\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$	• إبعاد (إخراج) • زيادة الريوستات (نقص شدة التيار) • فتح الدائرة النقصان $\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

اختر) عند فتح دائرة ملف ابتدائي داخل ملف ثانوي عدد لفاته كبيرة تتولد بين طرفي الملف الثانوي emf ...... (عكسية كبيرة - طردية كبيرة - عكسية صغيرة)

أمثلة

عكسية

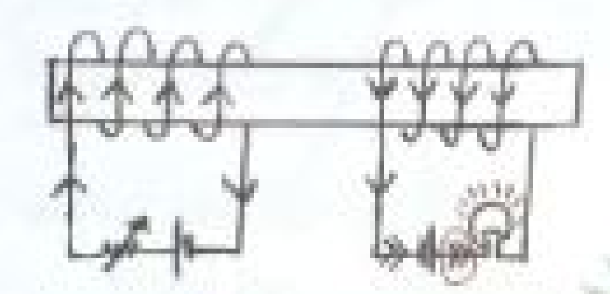
عند نقص الريوستات
ماذا يحدث لإضاءة المصباح ؟



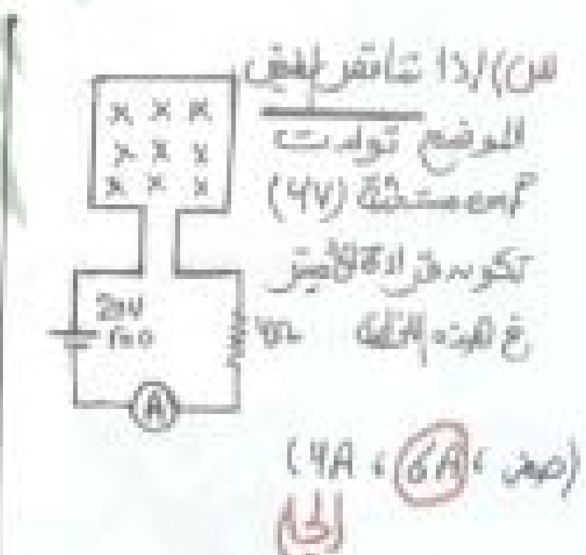
الحل

تزداد الإضاءة لحظياً

لتولد تيار مستحث عكس
في نفس إتجاه تيار المصدر.



س) إذا تناقص الفيض
الموضح تولدت
emf مستحثة (4V)
تكون قراءة الأميتر
في هذه الحالة



(صفر ، 6A ، 4A)

الحل

تناقص الفيض ← طردى
يتولد emf طردى أى مع
عقارب الساعة مع البطارية .

$$I = \frac{V_B + emf}{R}$$

$$= \frac{20+4}{4} = 6A$$

الشكل يمثل حلقة تتحرك كما هو موضح حدد إتجاه
التيار المستحث المتولد بها في المواضع A ، B ، C

الحل

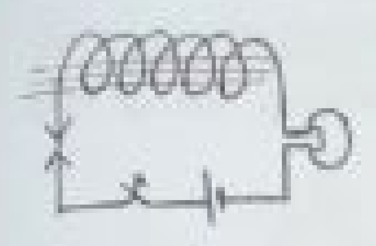
(A) الفيض يتزايد فيتولد تيار مستحث عكسي أي عكس عقارب الساعة .

(B) لا يتولد تيار مستحث لأن الفيض ثابت .

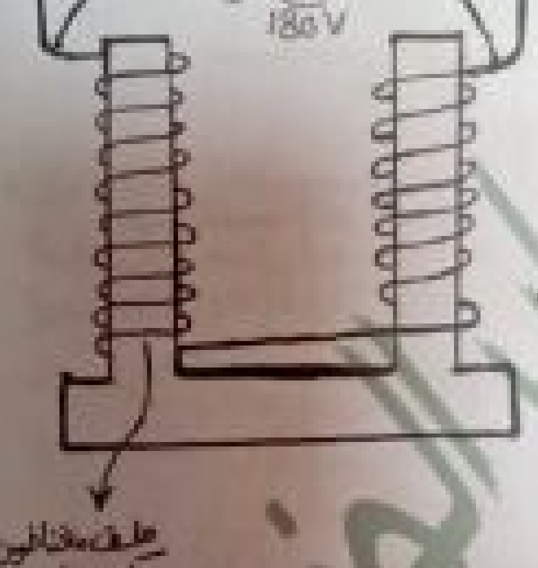
(C) الفيض يتناقص فيتولد تيار مستحث طردي أي مع عقارب الساعة .

الحث الذاتي لملف

هي ظاهرة تولد ق.د.ك مستحثة وتيار كهربي مستحث في ملف نتيجة تغير شدة التيار المار فيه بحيث يقاوم هذا التغير.



تجربة الحث الذاتي



- **عند غلق الدائرة :-**

لا يضئ المصباح لتولد ق.د.ك مستحثة عكسية صغيرة لا تقوى على إضاءة المصباح وذلك بسبب التيار العكسي الذي يعاكس التيار الأصلي فيقل معدل نمو التيار ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) فيقل معدل التغير في الفيض ($\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$).

$$\left(\underset{\text{صغير}}{\frac{\Delta I}{\Delta t}} \propto \underset{\text{صغير}}{\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}} \propto \underset{\text{صغيرة}}{emf} \right)$$

- **عند فتح الدائرة :-**

الملف يختزن طاقة مغناطيسية كبيرة جداً لكبر عدد اللفات ووجود قلب الحديد المطاوع وبالتالي عند انفصال انهيار التيار ويزداد $\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$ فتتولد emf مستحثة طردية كبيرة تعمل على توهج المصباح لحظياً وتولد شرارة كهربية عند المفتاح لتأين الهواء.

علل) تتولد شرارة كهربية عند المفتاح لحظة الفتح ؟!!

ج) لتأين الهواء حيث أن emf الطردية تكون كبيرة جداً.

ملاحظات هامة

- **لحظة غلق** دائرة ملف حث يتولد تيار مستحث عكس يعاكس نمو التيار الأصلي فيزيد من زمن نمو التيار للقيمة العظمى وذلك بين لفات الملف وبعضها.

- **لحظة فتح** الدائرة يتأثر انعدام التيار لأن الملف يحتوي مجال مغناطيسي يتلاشى عند الفتح فيقطع لفات الملف فيتولد به تيار مستحث طردي.

- **بعد الفتح** ينعدم التيار المستحث - **بعد الغلق** ينعدم التيار المستحث.

* زمن نمو التيار > زمن الانهيار (t)
* معدل نمو التيار < معدل الانهيار ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$)
* emf العكسية < emf الطردية (emf)

استنتاج القانون

$$\because emf \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$\because \frac{\Delta I}{\Delta t} \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$\therefore emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$emf_1 = -L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

معامل الحث الذاتي لملف (L)

القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة في ملف نتيجة تغير شدة التيار المار به بمعدل 1 أمبير/ث

ويقاس بوحدة الهنري (Hen)

الهنري: هو معامل الحث الذاتي لملف عندما تتولد ق.د.ك مستحثة مقدارها 1 فولت في الملف نتيجة تغير شدة التيار المار به بمعدل 1 أمبير/ث.

خلي بالك: (معامل الحث الذاتي L له نفس وحدات معامل الحث المتبادل M)

العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث الذاتي

1) معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (μ)
2) عدد لفات الملف (N)
3) مساحة مقطع الملف (A)] تجمعه
4) طول الملف (ℓ)
5) الشكل الهندسي للملف

$$L = \frac{\mu N^2 A}{\ell}$$

س) ماذا يحدث لمعامل الحث الذاتي لملف:-

- إذا زادت شدة التيار المار به للضعف؟

ج) لا يتأثر.

- إذا ضغط الملف إلى نصف طوله؟

ج) يزداد للضعف. حيث ($L \propto \frac{1}{\ell}$)

- إذا قطع منه منتصفه؟

ج) يقل للنصف. $L = \frac{(\frac{1}{2})^2}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$

- لفاته متماسة إذا أعيد لفه ليزداد عدد اللفات للضعف مع بقاء اللفات متماسة.

N=4 2ℓ N=2 ℓ

$$L = \frac{(2)^2 \times \frac{1}{4}}{2} = \frac{1}{2}$$

ج) يقل للنصف.

$N_2 = 2N_1$, $\ell_2 = 2\ell_1$, $r_2 = \frac{1}{2} r_1$

$A_2 = \frac{1}{4} A_1$

«معامل الحث الذاتي L»

الملف اللولبي:

$$emf = -N\frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$N A \Delta B = L \Delta I$$

$$N A \frac{\mu N \Delta I}{\ell} = L \Delta I$$

$$\therefore L = \frac{\mu N^2 A}{\ell} \times \frac{\ell}{\ell} = \frac{\mu N^2 A \cdot \ell}{\ell^2} = \mu n^2 Vol$$

(ℓ) طول الملف

الملف الدائري:

$$emf = -N\frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$N A \Delta B = L \Delta I$$

$$N A \frac{\mu N \Delta I}{2r} = L \Delta I$$

$$\therefore L = \frac{\mu N^2 A}{2r} = \frac{\mu N^2 \pi r^2}{2r} = \frac{\mu N^2 \pi r}{2}$$

(r) نصف القطر

س) ملف حث معامل الحث الذاتي للأول L_1 ومعامل الحث الذاتي للثاني L_2 فإن الحث المتبادل بينهما للملفين M يكون ....

($M = (L_1 L_2)^2$ - $M = \sqrt{L_1 L_2}$ - $M = \frac{L_1}{L_2}$ - $M = L_1 L_2$)

إثبات أن $M=\sqrt{L_s L_p}$ (للإيضاح)

• في الملف الثانوي

$$(emf)_s = -L_s \frac{\Delta I_s}{\Delta t} \rightarrow ③$$

$$(emf)_s = -M \frac{\Delta I_p}{\Delta t} \rightarrow ④$$

• في الملف الإبتدائي

$$(emf)_p = -L_p \frac{\Delta I_p}{\Delta t} \rightarrow ①$$

$$(emf)_p = -M \frac{\Delta I_s}{\Delta t} \rightarrow ②$$

من ③ ، ④ :-

$$-L_s \frac{\Delta I_s}{\Delta t} = -M \frac{\Delta I_p}{\Delta t}$$

$$L_s \Delta I_s = M \Delta I_p \rightarrow ⑤$$

من ① في ⑤ :-

$$L_s \Delta I_s = M \frac{(emf)_p \cdot \Delta t}{L_p}$$

$$L_p L_s \Delta I_s = M (emf)_p \cdot \Delta t \rightarrow ⑥$$

$$L_p L_s \Delta I_s = M M \frac{\Delta I_s}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$L_p L_s = M^2$$

$$\therefore \boxed{M=\sqrt{L_p L_s}}$$

أفكار هامة

* لو وصل ملف بمصدر مستمر (بطارية) فإنه :-

(١) لحظة غلق المفتاح :

تكون شدة التيار المار في الدائرة مساوية للصفر ويكون معدل نمو التيار قيمة عظمى وبالتالي تكون القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية المتولدة في الدائرة قيمة عظمى وتساوي القوة الدافعة الكهربية للبطارية .

$$I = 0$$

$$emf = V_B$$

(٢) بعد الغلق تقل emf ويزداد مرور التيار فعند وصول التيار إلى 80% من قيمته العظمى مثلاً فإن :-

$$emf = \frac{20}{100} V_B$$

مثال: ملف حثه الذاتي 0.6 H وصل ببطارية 120 V أوجد معدل نمو التيار :-

① لحظة غلق الدائرة

$$emf = V_B = 120\,V$$

$$emf = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$120 = 0.6\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 200\,A/s$$

② بعد وصول التيار 80% من قيمته العظمى .

$$emf = \frac{20}{100} V_B = \frac{20}{100} \times 120 = 24V$$

$$emf = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$24 = 0.6\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 40\,A/s$$

٣) لو ملفين متجاورين أحدهما يمر به تيار فيتولد به فيض (ابتدائي) الآخر يصل إليه الفيض فيتولد به emf مستحثة (ثانوي)

$$N \cdot \Delta\phi_m = L \Delta I$$

ابتدائي ذاتي ابتدائي ابتدائي

$$N \cdot \Delta\phi_m = M \Delta I$$

ابتدائي متبادل الذي يصل للثانوي ثانوي

مثال ملفان متجاوران A و B عدد لفاتهما 100 لفة و 200 لفة على الترتيب فإذا مر تيار شدته 2A في الملف A نتج عنه فيض في نفس الملف 3×10^{-4} wb وفي الملف B فيض 1.5×10^{-5} wb أوجد:

(أ) معامل الحث الذاتي للملف A (ب) معامل الحث المتبادل بين الملفين

(جـ) متوسط emf في الملف B عندما ينعدم التيار في الملف A في 0.1s.

الحل

$N_A = 100$ $N_B = 200$ $\Delta I_A = 2A$ $(\Delta\phi_m)_A = 3 \times 10^{-4}$ wb

$(\Delta\phi_m)_B = 1.5 \times 10^{-5}$ wb $L_A = ?!$ $M = ?!$ $(emf)_B = ?!$

$\because N_A (\Delta\phi_m)_A = L_A \Delta I_A$

$100 \times 3 \times 10^{-4} = L_A \times 2$ $\therefore L_A = 1.5 \times 10^{-2}$ Hen

$\because N_B (\Delta\phi_m)_B = M \Delta I_A$

$200 \times 1.5 \times 10^{-5} = M \times 2$ $\therefore M = 1.5 \times 10^{-3}$ Hen

$\because (emf)_B = -M \frac{\Delta I_A}{\Delta t} = \frac{-1.5 \times 10^{-3} \times (0 - 2)}{0.1}$

$= 0.03V$

ملاحظات

س) في تجربة الحث الذاتي تكون القوة الدافعة الكهربية المستحثة الطردية في الملف أكبر لانعدام القوة الدافعة الكهربية المستحثة العكسية المتولدة فيه.

لأن معدل انهيار التيار للصفر أكبر من معدل نمو التيار في هذه الحالة.

س) لا تصل شدة التيار إلى القيمة العظمى في الملف لحظة غلق الدائرة كما لا ينعدم التيار لحظة فتح الدائرة.

لتولد emf مستحثة عكسية لحظة الغلق تؤخر لحظة وصول التيار للقيمة العظمى وتولد emf مستحثة طردية لحظة فتح الدائرة تؤخر انهيار التيار.

اختر) يعمل الحث الذاتي لملف في دائرة كهربية على ....

(أ) إسراع نمو التيار وإسراع اضمحلاله   (ب) إسراع نمو التيار وإبطاء اضمحلاله.

(ج) إبطاء نمو التيار وإبطاء اضمحلاله   (د) إبطاء نمو التيار وإسراع اضمحلاله.

س) تلف أسلاك المقاومات القياسية لفاً مزدوجاً.

لتلاشي تأثير الحث الذاتي في الأسلاك حيث يلغي المجال الناتج عن مرور التيار في كل لفة المجال الناتج عن مرور التيار في اللفة المجاورة لها.

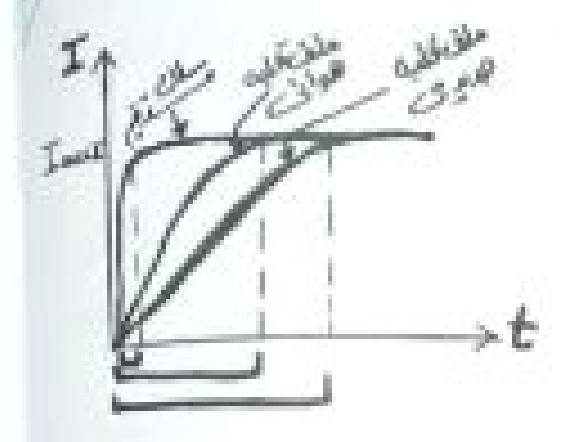
اختر) يثنى السلك للمقاومة القياسية ويلف لفاً مزدوجاً وذلك حتى ....

(أ) تنعدم التيارات الدوامية   (ب) تقل مقاومة السلك   (ج) تلاشي تأثير الحث الذاتي

س) نمو التيار في سلك مستقيم أسرع من نموه في ملف لحظة غلق الدائرة.

لأن السلك المستقيم لا يتولد بين طرفيه emf مستحثة لحظة نمو التيار حيث إن المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربي في السلك لا يقطع السلك نفسه بينما في حالة الملف فإن نمو الفيض المغناطيسي يولد emf مستحثة عكسية تعمل على إطالة زمن نمو التيار فيه.

ينمو التيار في الملف صاحب القلب الحديد أبطأ منه عنه في الملف صاحب القلب الهوائي « والسبب في ذلك » زيادة معامل الحث مما يؤدي إلى زيادة زمن النمو.

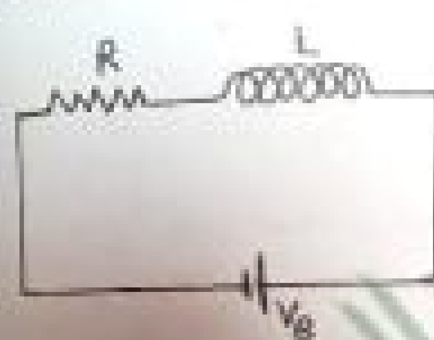


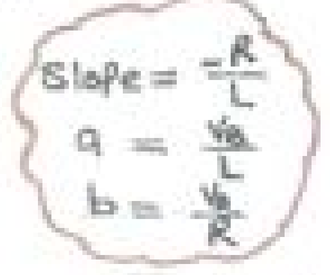
μ زادت ← L زادت ← زمن Δt النمو ↑

(حيث أن)

$$\Delta t = -L \frac{\Delta I}{emf}$$

تم تمثيل العلاقة بين معدل نمو التيار وشدة التيار الكهربائي للدائرة المجاورة كما هو مبين في الرسم البياني المجاور لها.





ميل الخط المستقيم:

$$\because \Sigma V_B = \Sigma IR$$

$$V_B - emf = IR$$

$$V_B - L\frac{\Delta I}{\Delta t} = IR$$

$$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B - IR}{L}$$

$$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B}{L} - \frac{R}{L} I$$

$$\therefore \text{Slope} = -\frac{R}{L}$$

النقطة (a)

(ص، ٠)

$$V_B - emf = IR \quad (\text{صفر})$$

$$V_B - L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$\therefore V_B = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B}{L}$$

$$\therefore a = \frac{V_B}{L}$$

النقطة (b)

(س، ٠)

$$V_B - emf = IR$$

$$V_B - L\frac{\Delta I}{\Delta t} = IR \quad (\text{صفر})$$

$$\therefore V_B = IR$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R}$$

$$\therefore b = \frac{V_B}{R}$$

تطبيقات على الحث الذاتي « مصابيح الفلورسنت »

- فكرة عملها: الحث الذاتي للملف.
- الاستخدام: الإضاءة.
- شرح العمل: يتم تفريغ الطاقة المغناطيسية من الملف في أنبوبة مفرغة من الهواء بها غاز خامل فتصطدم ذرات الغاز الخامل مع بعضها وتتأين ثم تصطدم الأيونات بجدار الأنبوبة المطلي بمادة فلورسية فيحدث عند ذلك ضوء مرئي.

التيارات الدوامية

« هي تيارات كهربية مستحثة تتولد في القطعة المعدنية نتيجة تعرضها لفيض متغير أو تحركها في فيض ثابت »

- ترتفع درجة حرارة القطعة المعدنية مما يؤدي إلى انصهارها.
- الأضرار: تلف الدوائر الكهربية وحدوث حرائق ومـاس كهربي وانصهار الأسلاك وتلف الحديد.

- الاستفادة: هي فكرة عمل أفران الحث التي تستخدم في صهر المعادن.
  - ← اذكر فكرة عمل أفران الحث ← التيارات الدوامية.
  - ← اذكر استخدام أفران الحث ← صهر المعادن.
  - ← تحويلات الطاقة في أفران الحث؟

كهربية ← مغناطيسية ← كهربية ← حرارية
(التيار المتردد) (التيارات الدوامية)

- العلاج: تقسيم القطعة المعدنية إلى شرائح أو أقراص معزولة عن بعضها بحيث يكون اتجاه التقسيم موازي للمجال وموازي لمحور الملف حتى يكون المادة العازلة عمودية على اتجاه التيارات الدوامية فتضعفها.

(وذلك لتقليل أثر التيارات الدوامية) هام

المعلم ١/٢١/...

• فكرة عمله : الحث الكهرومغناطيسي .
• استخدامه والغرض منه تحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربية تستخدم في أغراض عديدة .

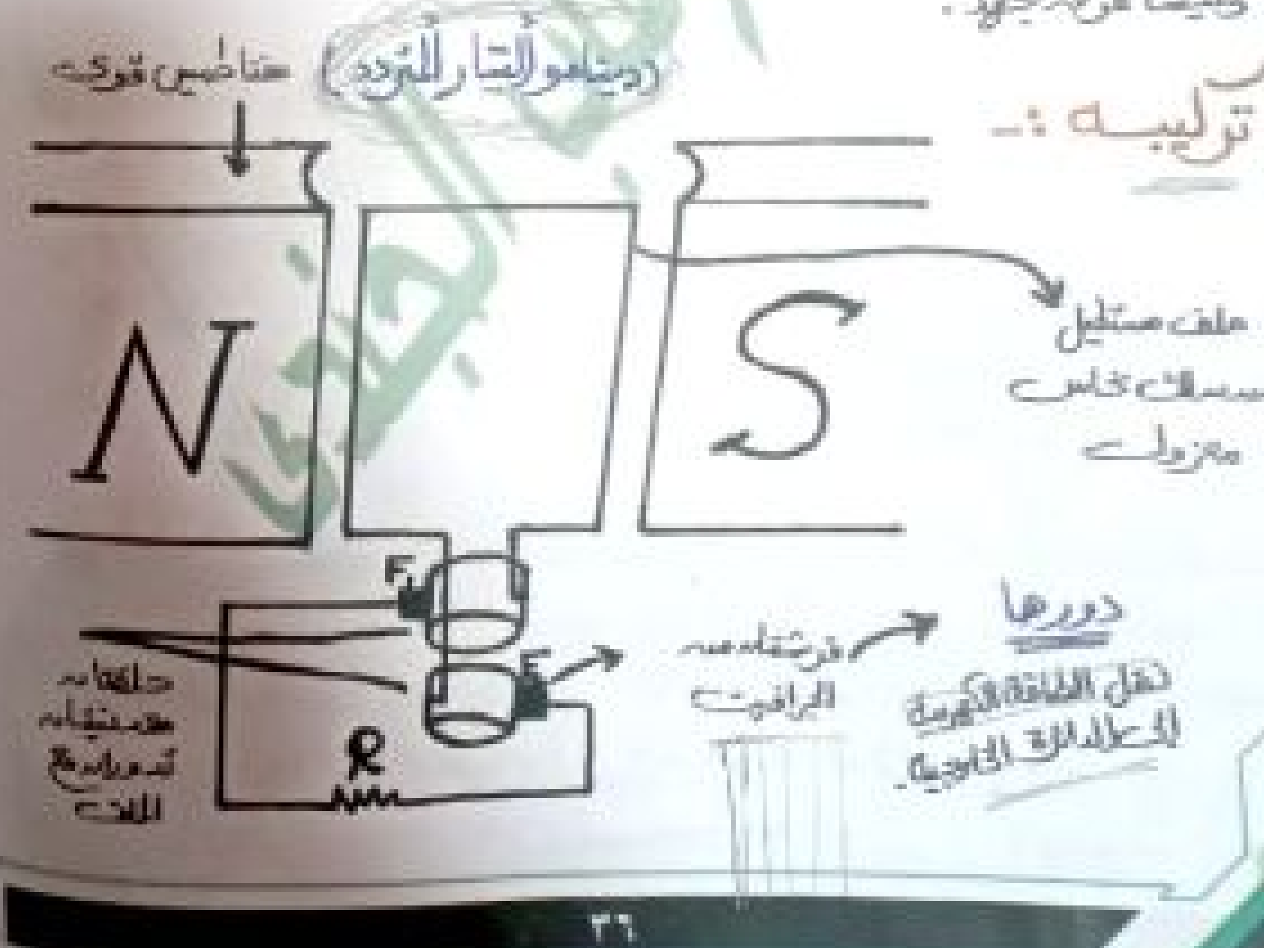
(المولد الكهربي) (المولد الكهربي)

س) يعمل دينامو التيار الكهربي بمثابة ....

أ) مصدر الأيونات   ب) محول للطاقة
ج) مصدر للإلكترونات   د) مصدر الشحنة الكهربية

التفسير / يحول الطاقة الميكانيكية إلى كهربية حيث أنه ليس مصدر للإلكترونات لأن التيار ليس ناتج عن تفاعل كيميائي مثلاً كل ما يحدث هو اكتساب الإلكترونات طاقة حركة فتتحرك من نقطة لأخرى وبالتالي يحدث تراكم الشحنات الكهربية عند طرف ويتشأ فرق جهد .

تركيبه :-



37

مقدمة لاستنتاج القانون

ملف الدينامو يدور حول r
لطوله لذلك العرض $= 2r$

$$A = \ell \cdot 2r$$

السرعة الزاوية $\omega = \frac{\overset{\frown}{AB}}{t} = \frac{\theta}{t}$

دورة كاملة $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$\omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{f}}$$

$$\omega = 2\pi f$$

سرعة خطية $V = \frac{x}{t}$

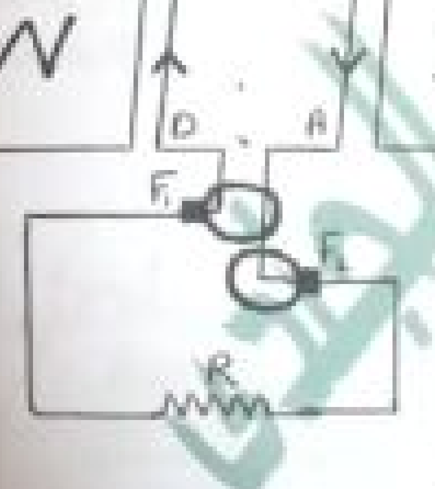
دورة كاملة $V = \frac{2\pi r}{T}$

$$V = \frac{2\pi r}{\frac{1}{f}}$$

$$V = 2\pi f r$$

$$V = \omega r$$

استنتاج قانون الدينامو



الضلعان AD ، BC عند دوران الملف فيتولد بهما emf مستحثة. لأنهما يوازيان خطوط الفيض.

الضلعان AB ، CD يتولد بهما emf مستحثة وتيار مستحث حسب قاعدة فلمنج لليد اليمنى تعطى بالعلاقة :-

$\because$ $emf = 2B\ell V \sin\theta$

$\because$ $V = \omega r$ $\quad\therefore$ $emf = 2B\ell \omega r \sin\theta$

$\because$ $A = \ell \cdot 2r$ $\quad\therefore$ $emf = AB\omega \sin\theta$

لعدد من اللفات (N) $\quad\therefore$ $emf = NAB\omega \sin\theta$

- عند دوران ملف الدينامو من الوضع الرأسي تكون emf = صفر
وبدوران الملف تزداد emf حتى تصبح قيمة عظمى بعد ربع دورة (90°)
ويكون اتجاه التيار حسب قاعدة فلمنج لليد اليمنى DCBA في الملف
وفي الدائرة الخارجية $F_2 R F_1$

(1)

(شكل 1)

- بدوران الملف تقل emf تدريجياً حتى تنعدم بعد 180° (نصف دورة)

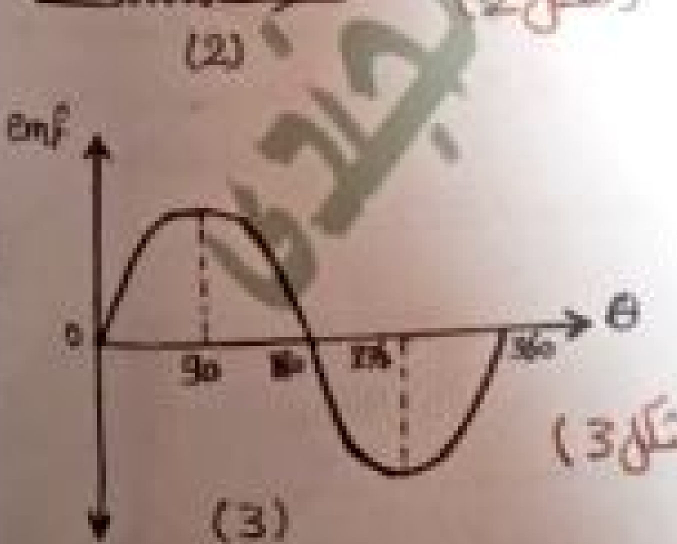
- ثم تزداد emf وتصبح قيمة عظمى بعد (270°) $\frac{3}{4}$ دورة ويكون اتجاه التيار في الملف ABCD
وفي الدائرة الخارجية $F_1 R F_2$

(2)

(شكل 2)

أي أن:
التيار الناتج متغير الشدة والاتجاه (متردد)

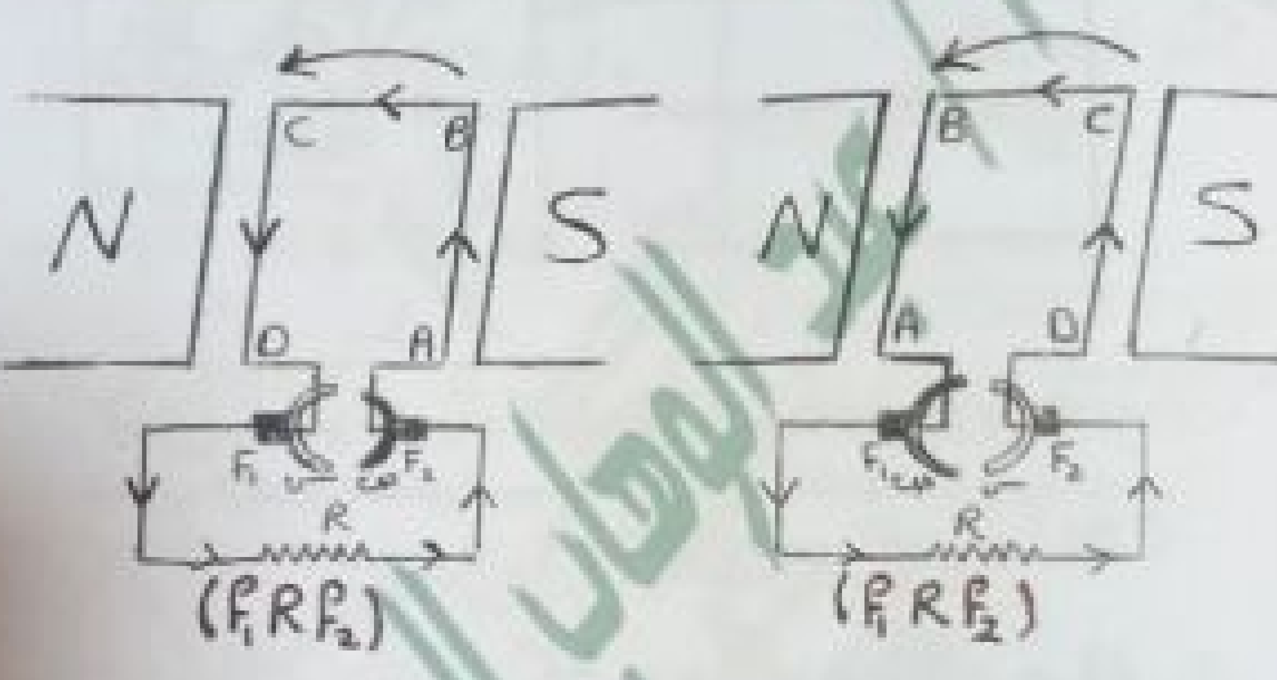
- متغير الشدة ← عند الزاوية
- متغير الاتجاه ← المقطبين المغناطيسين



(شكل 3)

١) جعل التيار موحد الاتجاه :-

بإستبدال الحلقتين المعدنيتين بأسطوانة معدنية جوفاء مشقوقة شقين طوليين إلى شقين بينهما مادة عازلة.



س) اذكر دور شقي الأسطوانة في الدينامو ؟!!

ج) جعل التيار موحد الاتجاه.

emf
90
180
270
360
θ

أكمل) إذا إستبدلت الحلقتان بشقي أسطوانة بينهما مادة عازلة فإن التيار في ملف الدينامو .... متردد .... وفي الدائرة الخارجية ... موحد الاتجاه

(متردد - موحد الاتجاه - ثابت الشدة)

٢) جعل التيار ثابت الشدة :-

نضع عدة ملفات تحصر بينها زوايا صغيرة متساوية مع جعل عدد الشقوق = ضعف عدد الملفات .

الزاوية بين الملفات = $\frac{180}{\text{عدد اللفات}}$

اختر: دينامو تيار موحد لاكتساب ثابت الشدة يحتوى على 5 ملفات تكون الزاوية المحصورة بين كل ملفين متتاليين ....

(72° - 45° - 36° - 30°)

$\because \theta = \frac{180}{N} = \frac{180}{5} = \underline{36°}$

ق.د.ك الفعالة $(emf)_{eff}$

- **القيمة الفعالة للتيار المتردد :** هو شدة التيار المستمر الذي يولد نفس كمية الحرارة التي يولدها التيار المتردد في نفس الموصل خلال نفس الزمن .

I مستمر → 5mJ / 5s

I متردد → 5mJ / 5s

$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

$I_{eff} = I_{max} \times 0.707$

$I_{eff} = I_{max} \sin 45$

$(emf)_{eff} = \frac{emf_{max}}{\sqrt{2}}$

$(emf)_{eff} = emf_{max} \times 0.707$

$(emf)_{eff} = emf_{max} \sin 45$

تلخيص قوانين الدينامو

2) emf العظمى: (الملف موازي للمجال)

$(emf)_{max} = NAB\omega$

$(emf)_{max} = NAB2\pi f$ ($\frac{22}{7}$)

$emf_{\text{اللحظية}} = (emf)_{max} \sin\theta$

3) emf الفعالة $_{eff}$:

$(emf)_{eff} = \frac{emf_{max}}{\sqrt{2}}$

$(emf)_{eff} = emf_{max} \times 0.707$

$(emf)_{eff} = emf_{max} \sin 45$

نفس الكلام لو شدة تيار (I)

1) emf اللحظية:

$emf = NAB\omega \sin\theta$

$emf = NAB\omega \sin \omega t$

$emf = NAB2\pi f \sin 2\pi f t$

($\pi = \frac{22}{7}$ ، $\pi = 180$)

- لو طلب emf ◯ دورة :-

$\theta = ◯ \times 360$

- لو طلب emf بعد t ثانية :-

$\theta = 2\pi f t$

$* f_{\text{التردد}} = \frac{N_{\text{عدد اللفات}}}{t_{\text{الزمن الكلي}}} = \frac{1}{T_{\text{الزمن الدوري}}}$

زاوية الدينامو

« هي نفسها زاوية عزم الازدواج »

العمودي على المجال

الملف

θ

المجال

θ

العمودي على الملف

- الزاوية θ بين الملف والعمودي على المجال
أو المجال والعمودي على الملف
أو بين اتجاه السرعة (الحركة) والمجال

- ملف الدينامو زي عزم الازدواج (عكس الوضع مثلاً)

- لو دار الملف من الوضع الرأسي (العمودي) (وضع الصفر) ضع الزاوية عادي

- لو دار الملف من الوضع الأفقي (الموازي) (وضع النهاية العظمى) ضع المتممة

4) emf المتوسطة : (طبعاً فاراداي)

(من الوضع الموازي)

- $\frac{1}{4}$ دورة: $emf = -NAB4F$
- $\frac{1}{2}$ دورة: $emf = Zero$
- $\frac{3}{4}$ دورة: $emf = \frac{NAB4F}{3}$
- دورة كاملة: $emf = Zero$

(من الوضع العمودي)

- $\frac{1}{4}$ دورة: $emf = NAB4F$
- $\frac{1}{2}$ دورة: $emf = NAB4F$
- $\frac{3}{4}$ دورة: $emf = \frac{NAB4F}{3}$
- دورة كاملة: $emf = Zero$

5) العلاقة بين emf_{max} و emf متوسطة :

• لو الملف دار من الوضع الرأسي (العمودي)

$$emf_{\text{متوسطة } \frac{1}{4}, \frac{1}{2} \text{ دورة}} = \frac{2(emf)_{max}}{\pi}$$

$$emf_{\text{متوسطة } \frac{3}{4} \text{ دورة}} = \frac{2(emf)_{max}}{3\pi}$$

$\because (emf)_{max} = NAB2\pi f \rightarrow (1)$

$emf_{\text{متوسطة}} = NAB4f \rightarrow (2)$ ($\frac{1}{4}$، $\frac{1}{2}$) (عمودي)

بقسمة (1) على (2)

$$\frac{(emf)_{max}}{(emf)_{\text{متوسطة}}} = \frac{NAB2\pi f}{NAB4f} = \frac{\pi}{2}$$

$$\therefore (emf)_{\text{متوسطة}} = \frac{2(emf)_{max}}{\pi}$$

6) السرعة الزاوية (ω) والسرعة الخطية (V)

$\omega = 2\pi f$ (π = $\frac{22}{7}$) — Rad/s (راديان/ث)

$\omega = 2\pi f$ (π = 180°) — deg/s (درجة/ث)

$V_{\text{الخطية}} = \omega r$ (m/s)

$\therefore \omega = \frac{V}{r}$ ← نصف القطر

7) القدرة المستنفذة أو الطاقة المستنفذة:

خلي بالك فعال

$$P_w = I_{eff}^2 R$$

$$P_w = \frac{(emf)_{eff}^2}{R}$$

$$P_w = (emf)_{eff} (I)_{eff} = \frac{1}{2} (emf)_{max} I_{max}$$

لو طاقة اضرب × الزمن *

8) الربط بين emf:

$$emf_{لحظية} = emf_{max} \sin\theta$$

$$(emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$(emf)_{متوسط} = \frac{2 (emf)_{max}}{\pi}$$

متوسط في $\frac{1}{4}$ دورة (العمودي)

لو الطاقة المستنفذة خلال دورة كاملة × الزمن الدوري

$W = P_w T$

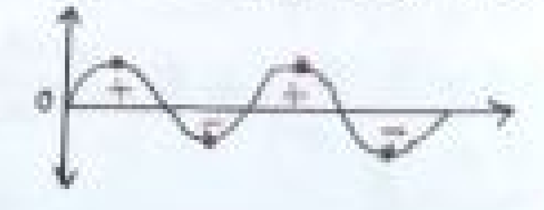
9) عدد مرات وصول التيار في ⊕ إلى:

$f = \frac{N}{t}$

$N = f \cdot t$

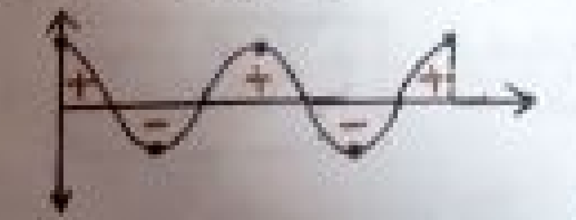
الوضع العمودي:

- القيمة العظمى $= 2N = 2ft$
- الصفر $= 2N+1 = 2ft+1$
- الفعالة $= 4N = 4ft$
- نصف العظمى $= 4N = 4ft$
- الانعكاس $= 2N-1 = 2ft-1$



الوضع الموازي:

- القيمة العظمى $= 2N+1 = 2ft+1$
- الصفر $= 2N = 2ft$
- الفعالة $= 4N = 4ft$
- نصف العظمى $= 4N = 4ft$
- الانعكاس $= 2N = 2ft$



10) أرقام زوايا الأوضاع :

• عظمى (270 ، 90)

• نصف عظمى (330 ، 210 ، 150 ، 30)

• فعالة (315 ، 225 ، 135 ، 45)

وخلي بالك :

عظمى 90° فعالة 45° نصف العظمى 30°

11) لإيجاد زمن الوصول:

$$\frac{\theta_1 \text{ (مجهول)}}{\theta_2 \text{ (معلوم)}} = \frac{t_1 \text{ (مجهول)}}{t_2 \text{ (معلوم)}}$$

مثال: إذا كان زمن وصول التيار للقيمة الفعالة 6s فإن زمن وصوله لنصف العظمى ..... يساوي

(4 sec ، 6 sec ، 1.5 sec ، 3.5 sec)

$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{t_1}{t_2}$ $\frac{30}{45} = \frac{t_1}{6}$ $t_1 = 4 sec$

مثال: إذا كان زمن وصول التيار لنصف القيمة العظمى (t) فإن زمن وصوله للقيمة العظمى ....

(3t ، 2t ، t)

$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{t_1}{t_2}$ $\frac{90}{30} = \frac{t_1}{t}$ $t_1 = 3t$

مثال: زمن وصول التيار للقيمة الفعالة المرة الثانية = ... من الصفر

($\frac{3}{8}$ ، $\frac{8}{3}$ ، $\frac{3}{4}$)

الحل

$\theta = 2\pi f t$

$135 = 2 \times 180 \times \frac{1}{T} t$

$t = \frac{3}{8} T$

أو عوض في القانون ده علطول

$$t = \frac{\theta}{360} T$$

فنيات

متى ١- تنعدم emf المستحثة في الدينامو
ج الملف عمودي على خطوط الفيض.
$\theta = 0 \quad \sin 0 = 0 \quad emf = 0$

٢- ينعدم متوسط emf في الدينامو.
ج بعد دورة كاملة.

٣- ينعدم متوسط emf بعد $\frac{1}{2}$ دورة.
ج إذا بدأ الدوران من الوضع الأفقي (الموازي)

٤- لا ينعدم متوسط emf بعد دورة كاملة.
ج إذا كان التيار موحد الاتجاه.

س) تستخدم قاعدة .... في تحديد اتجاه
١) التيار المستحث في ملف (لنز)
٢) التيار المستحث في سلك (فلمنج لليد اليمنى)
٣) التيار المستحث في ملف الدينامو (فلمنج لليد اليمنى)

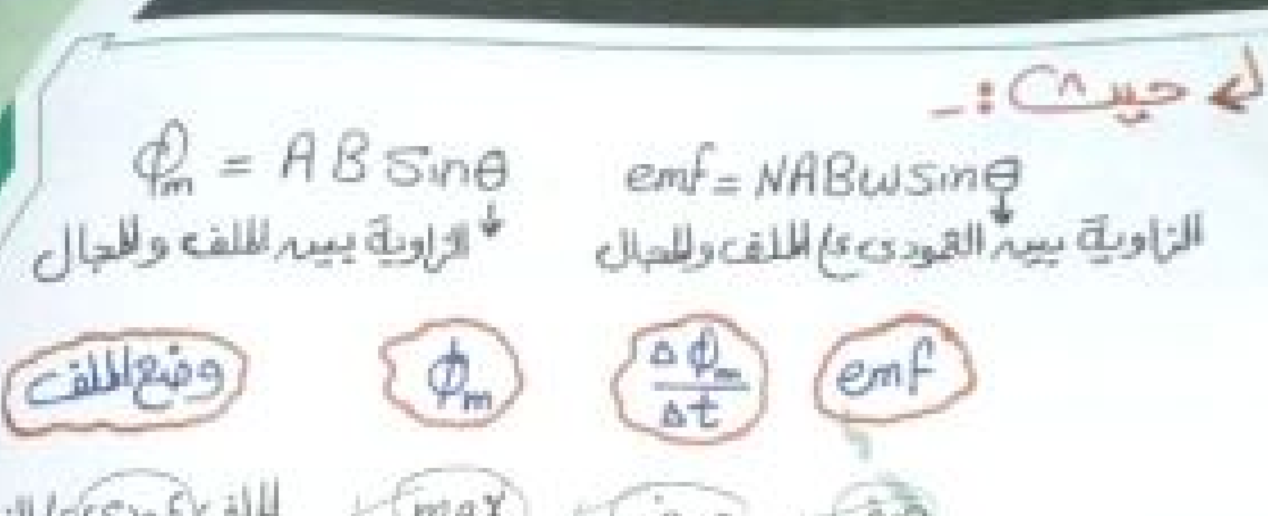
* اذا كان الفيض الذي يخترق ملف الدينامو قيمة عظمى فإن emf تساوي صفر والملف يكون عمودي في هذه اللحظة والعكس.

* أما اذا كان معدل الفيض الذي يقطع الملف قيمة عظمى فإن emf تكون قيمة عظمى والملف موازي في هذه اللحظة والعكس.

ϕ_m ، emf ، t ، 1 ، 2 ، 3 ، 4
غش من تفاضل غش ملاك

$emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$

الميل



وضع الملف	ϕ_m	$\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$	emf
الملف عمودي ع الفيض	max	صفر	صفر
الملف موازي للفيض	صفر	max	max

أي emf ‹ المعدل وعلى الفيض

* التيار في ملف الدينامو داخلاً متردد
  التيار الناتج عن الدينامو في الدائرة الخارجية
  - شقين (موحد الاتجاه)
  - حلقتين (متردد)

* التيار المقوم أي موحد الاتجاه متوسط emf خلال ربع دورة = نص دورة = ¾ دورة = دورة كاملة = $\frac{2(emf)_{max}}{\pi}$

* اذا وصل مصباح بدينامو تيار متردد أو وصل بنفس الدينامو بعد تحويله إلى موحد الاتجاه فإن إضاءة المصباح لا تتأثر لأن القيمة الفعالة ثابتة ... والاضاءة قدرة ... والقدرة لا تتوقف ع اتجاه التيار.

* متوسط القدرة الكهربية أو الطاقة الكهربية دائماً لا يساوي صفر حتى بعد دورة كاملة لأنها دائماً موجبة لا تتوقف ع الاتجاه.

* تردد التيار الناتج من الدينامو بعد جعله موحد الاتجاه ضعف تردد التيار في الملف.

F

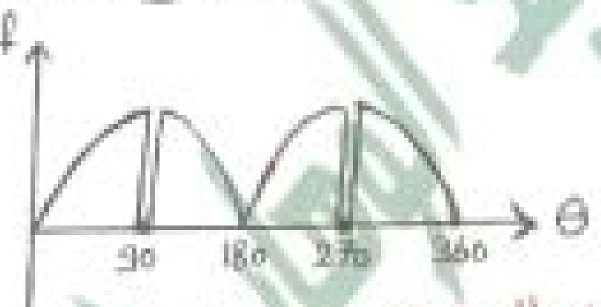
2f

* التيار المتردد :-

هو تيار متغير الشدة والاتجاه يتغير شدته من صفر الى قيمة عظمى والعكس كل ربع دورة ويتغير اتجاهه كل نصف دورة .

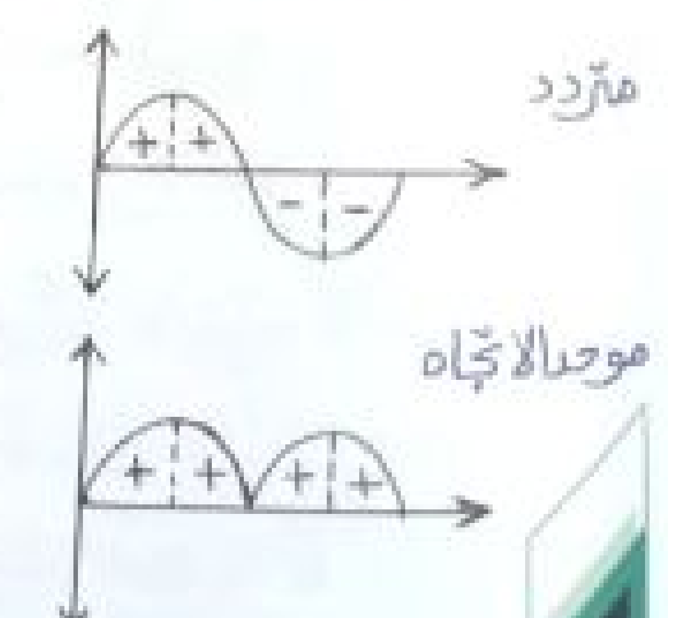
س) ملف دينامو موحد الاتجاه أديرت الأسطوانة 90° و الملف ثابت ثم دار الملف دورة كاملة .
ماذا يحدث لـ emf المستحثة والتيار المستحث خلال دورة .

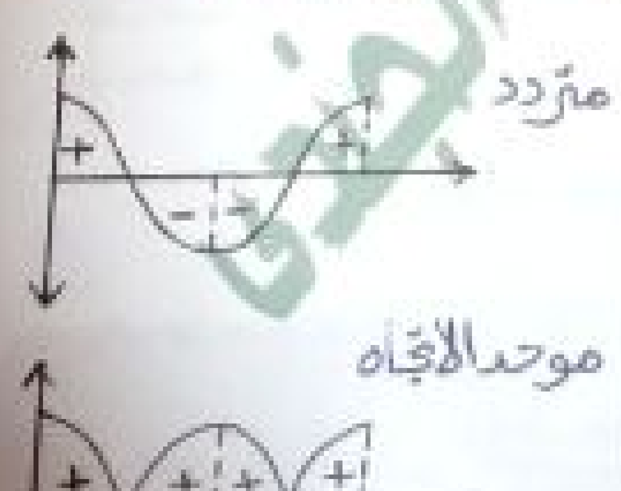
ج) لـ يمر تيار في الدائرة الخارجية عندما يكون الملف عمودي أو موازي
↓ ملامس للمادة العازلة ↓ θ = 0



• إذا دار الملف من الوضع العمودي دورة كاملة

• إذا دار الملف من الوضع الموازي دورة كاملة





* دوران الملف من *

• الوضع الموازي للمجال

الفيض $\phi_m = BA(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)$

← بين الملف والمجال

فاراداي $emf_{av} = -N \frac{BA(\sin\theta_2 - 0)}{t}$

ونقيض $emf_{av} = -emf_{max} \frac{(\sin\theta - 0)}{2\pi N}$

• الوضع العمودي على المجال

الفيض $\phi_m = BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

← بين العمودي على الملف والمجال

فاراداي $emf_{av} = -N \frac{BA(\cos\theta_2 - 1)}{t}$

ونقيض $emf_{av} = -emf_{max} \frac{(\cos\theta - 1)}{2\pi N}$

← عدد الدورات

حيث

* عدد الدورات $N = \frac{t}{T} = \frac{\theta}{360}$
* $\theta = 2\pi f t$

س) الامتحان التجريبي 2022 :

يمثل الشكل البياني العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) في ملف الدينامو والزمن خلال نصف دورة، فإن متوسط القوة الدافعة الكهربية المتولدة في ملف الدينامو خلال الفترة الزمنية من صفر إلى ...... $t = \frac{1}{75}$ sec

emf (V)

100

t (sec)

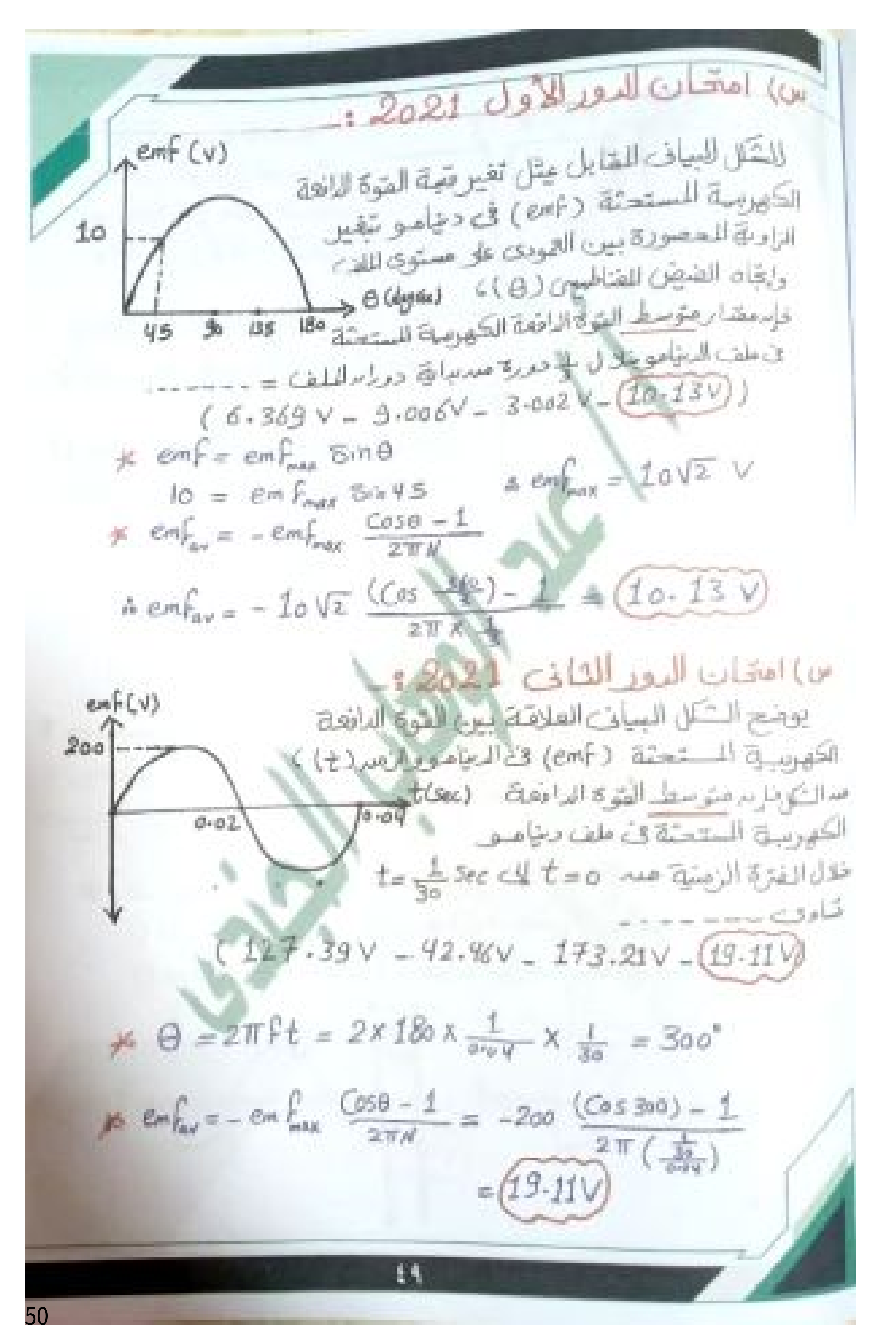
0.01 0.02 0.03 0.04

(47.77 - 63.69 - 21.23 - 86.603) V

* $N = \frac{t}{T} = \frac{(\frac{1}{75})}{0.08} = \frac{1}{6}$

* $emf_{av} = -emf_{max} \frac{(\cos\theta - 1)}{2\pi N}$

$= -100 \frac{(\cos 360 - 1)}{2\pi \times \frac{1}{6}} = 47.77\ V$



س) امتحان الدور الأول 2021 :

الشكل البياني المقابل يمثل تغير قيمة القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) في دينامو بتغير الزاوية المحصورة بين العمودي على مستوى الملف واتجاه الفيض المغناطيسي (θ)، فإن مقدار متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة في ملف الدينامو خلال $\frac{1}{8}$ دورة مبتدئة من بداية دوران الملف = ...

(6.369 V - 9.006 V - 3.002 V - 10.13 V)

* $emf = emf_{max} \sin\theta$

$10 = emf_{max} \sin 45 \quad \therefore emf_{max} = 10\sqrt{2}\ V$

* $emf_{av} = -emf_{max} \frac{\cos\theta - 1}{2\pi N}$

$\therefore emf_{av} = -10\sqrt{2} \frac{(\cos \frac{360}{8}) - 1}{2\pi \times \frac{1}{8}} = 10.13\ V$

س) امتحان الدور الثاني 2021 :

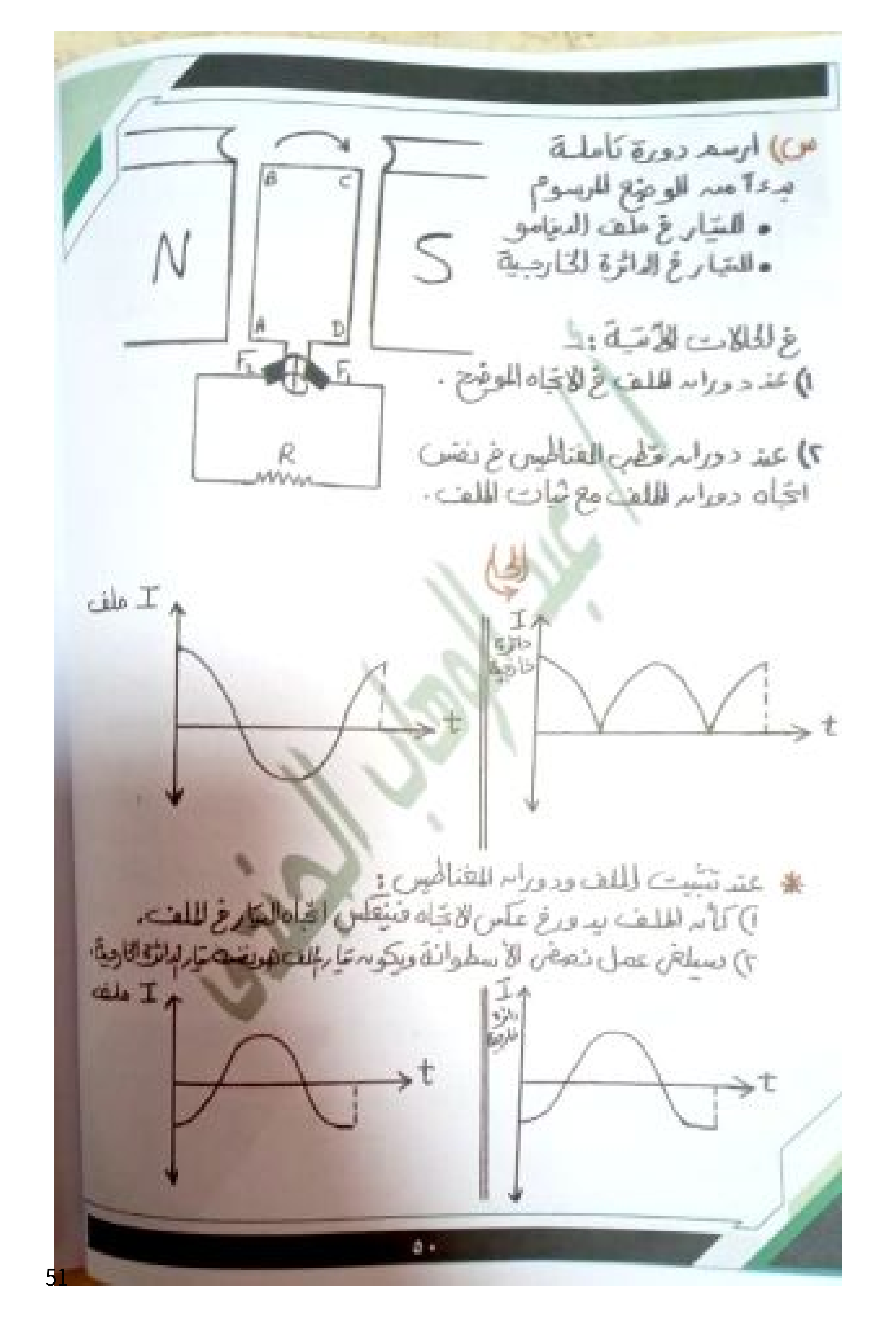
يوضح الشكل البياني العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية المستحثة (emf) في الدينامو والزمن (t)، من الشكل فإن متوسط القوة الدافعة الكهربية المستحثة في ملف دينامو خلال الفترة الزمنية من $t = 0$ إلى $t = \frac{1}{30}$ sec تساوي ......

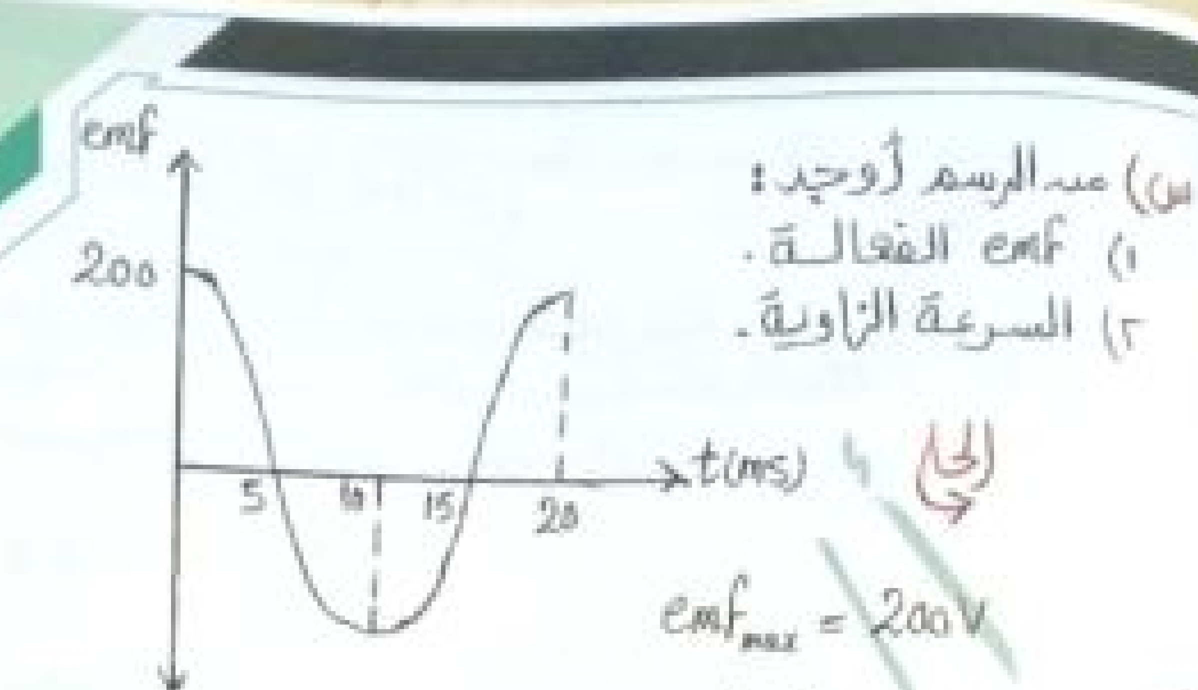
(127.39 V - 42.46 V - 173.21 V - 19.11 V)

* $\theta = 2\pi f t = 2 \times 180 \times \frac{1}{0.04} \times \frac{1}{30} = 300^\circ$

* $emf_{av} = -emf_{max} \frac{\cos\theta - 1}{2\pi N} = -200 \frac{(\cos 300) - 1}{2\pi (\frac{1/30}{0.04})}$

$= 19.11\ V$


س) ارسم دورة كاملة
بدءاً من الوضع المرسوم
• التيار في ملف الدينامو
• التيار في الدائرة الخارجية
في الحالات الآتية :
١) عند دوران الملف في الاتجاه الموضح .
٢) عند دوران قطبي المغناطيس في نفس اتجاه دوران الملف مع ثبات الملف .
N
S
A
B
C
D
F_1
F_2
R
ج)
I ملف
t
I دائرة خارجية
t
* عند تثبيت الملف ودوران المغناطيس :
١) كأن الملف يدور في عكس الاتجاه فينعكس اتجاه التيار في الملف .
٢) تبطل عمل نصفي الاسطوانة ويكون تيار الملف هو نفسه تيار الدائرة الخارجية .
I ملف
t
I دائرة خارجية
t



س) من الرسم أوجد:
1) emf الفعالة.
2) السرعة الزاوية.

الحل

$$emf_{max} = 200V$$

$$\therefore (emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{200}{\sqrt{2}} = \boxed{141.7V}$$

$$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{20\times10^{-3}} = 50Hz$$

$$\therefore \omega = 2\pi f = 2\times\frac{22}{7}\times 50 = \boxed{314.1\ Rad/s}$$

س) دينامو تيار متردد طوله 20cm وعرضه 10cm يدور بسرعة دورانية 10 m/s في مجال كثافته 0.4T إذا كان عدد لفاته 50 لفة احسب emf بعد 60° من الوضع الأفقي.

الحل

$$\because V = \omega r \qquad \therefore \omega = \frac{V}{r} = \frac{10}{5\times10^{-2}} = 200\ Rad/sec$$

$$\therefore emf = NAB\omega\sin\theta = 50\times10\times20\times10^{-4}\times0.4\times200\sin30$$

$$= \boxed{40V}$$

سؤال شامل على الدينامو

س) دينامو بسيط له ملف مستطيل الشكل طوله 20 سم ، وعرضه 10 سم مكونه من 35 لفة أدير الملف بسرعة منتظمة 3600 دورة في الدقيقة داخل فيض مغناطيسي كثافته 0.5 تسلا ، أوجد :

① التردد

$$f = \frac{N}{t} = \frac{3600}{60} = 60\ Hz$$

② الزمن الدوري

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 0.0167\ sec$$

③ التردد الزاوي (السرعة الزاوية)

$$\omega = 2\pi f = 2 \times \frac{22}{7} \times 60 = 377.14\ Rad/Sec$$

④ عدد مرات وصول التيار المتردد إلى النهاية العظمى في الثانية

$$\text{عدد مرات} = 2f = 2 \times 60 = 120\ \text{مرة}$$

⑤ عدد مرات وصول التيار المتردد إلى الصفر في الثانية.

$$\text{عدد مرات} = 2f + 1 = 2 \times 60 + 1 = 121\ \text{مرة}$$

⑥ ق.د.ك المستحثة العظمى.

$$(emf)_{max} = NAB\omega = 35 \times 20 \times 10 \times 10^{-4} \times 0.5 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 60 = 132V$$

⑦ ق.د.ك الفعالة.

$$(emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{132}{\sqrt{2}} = 66\sqrt{2} = 93.34V$$

⑧ متوسط ق.د.ك المستحثة بعد دوران الملف ربع دورة من وضع مستوى الملف متعامد على المجال.

$$(emf)_{\text{متوسط ربع دورة}} = \frac{2(emf)_{max}}{\pi} = \frac{2 \times 132}{\pi} = 84V$$

⑨ متوسط ق.د.ك المستحثة بعد دوران الملف 180° من وضع الصفر (من الوضع العمودي).

$$(emf)_{\text{متوسط نصف دورة}} = \frac{2(emf)_{max}}{\pi} = \frac{2 \times 132}{\pi} = 84V$$

١٢) متوسط ق.د.ك المستحثة بعد دوران الملف نصف دورة من وضع مستوى الملف موازي المجال.

$$(emf)_{\text{متوسطة } \frac{1}{2} \text{ دورة}} = Zero$$

١٣) ق.د.ك المتوسطة خلال $\frac{3}{4}$ دورة من البداية.

$$(emf)_{\text{متوسطة } \frac{3}{4} \text{ دورة}} = \frac{2(emf)_{max}}{3\pi} = \frac{2 \times 132}{3\pi} = 28V$$

١٤) متوسط ق.د.ك خلال دورة كاملة

$$(emf)_{\text{متوسطة دورة كاملة}} = Zero$$

١٤) ق.د.ك عندما يكون مستوى الملف في إتجاه المجال.

الملف موازي $\theta = 90$ $\sin 90 = 1$ $emf = emf_{max}$

$$\therefore emf_{max} = 132V$$

١٤) ق.د.ك عندما يكون مستوى الملف عمودي على إتجاه المجال.

الملف عمودي $\theta = 0$ $\sin\theta = 0$ $emf = Zero$

١٥) ق.د.ك عندما يميل مستوى الملف بزاوية 60 على اتجاه خطوط الفيض.

$$emf = emf_{max} \sin(90 - \theta) = 132 \sin(90 - 60) = 66V$$

١٦) ق.د.ك عندما يصنع العمودي على مستوى الملف زاوية 30° مع الفيض.

$$emf = emf_{max} \sin\theta = 132 \sin 30 = 66V$$

١٧) ق.د.ك عندما يصنع مستوى الملف زاوية 30° مع العمودي على المجال.

$$emf = (emf)_{max} \sin\theta = 132 \sin 30 = 66V$$

١٨) ق.د.ك عند مرور $\frac{1}{720}$ ثانية على اللحظة التي يكون فيها الملف بالوضع الرأسي.

$$\because \theta = \omega t = 2\pi f t = 2 \times 180 \times 60 \times \frac{1}{720} = 30°$$

$$\therefore emf = (emf)_{max} \sin\theta = 132 \sin 30 = 66V$$

١٩) ق.د.ك عندما يصل الملف إلى $\frac{1}{12}$ من الدورة من اللحظة التي يكون فيها الملف بالوضع الرأسي

$$\because \theta = \frac{1}{12} \times 360 = 30°$$

$$\therefore emf = (emf)_{max} \sin\theta = 132 \sin 30 = 66V$$

٤) ..د ك عند مرور $\frac{1}{120}$ ثانية ع اللحظة التي يكون فيها مستوى الملف موازي الفيض.

$$\theta = \omega t = 2\pi f t = 2\times180\times60\times\frac{1}{120} = 180^\circ$$

∵ الملف دار من الوضع الأفقي (الموازي)

$$\therefore \theta = 90 + 180 = 270^\circ$$

$$\therefore emf = (emf)_{max} \sin\theta = 132 \sin 270 = -132V$$

٥) حدد مستوى الملف بالنسبة لاتجاه خطوط الفيض بعد مرور $\frac{1}{720}$ ثانية من بدء دورانه من وضع الصفر.

بين الملف والعمودي على المجال $\theta = \omega t = 2\pi f t = 2\times180\times60\times\frac{1}{720} = 30^\circ$

أي أن مستوى الملف يميل مع المجال بزاوية 60°

٦) شدة التيار العظمى إذا كانت المقاومة 66 أوم.

$$I_{max} = \frac{emf_{max}}{R} = \frac{132}{66} = 2A$$

٧) ما موضع مستوى الملف بالنسبة لاتجاه خطوط الفيض عندما تبلغ شدة التيار نهاية عظمى مع التعليل.

مستوى الملف موازي لخطوط الفيض

حيث أن $\theta = 90$ ، $\sin 90 = 1$ ، $\therefore emf = emf_{max} = I_{max} R$

٨) شدة التيار اللحظية عندما يصنع مستوى الملف زاوية 30° مع العمودي على المجال.

$$emf_{\text{اللحظية}} = (emf)_{max} \sin\theta = 132 \sin 30 = 66V$$

$$\therefore I_{\text{اللحظية}} = \frac{emf_{\text{اللحظية}}}{R} = \frac{66}{66} = 1A$$

٢٥) الزمن الذي يمضي حتى تصبح ق.د.ك +66 فولت في أول مرة.

$emf = emf_{max} \sin\theta$ | $\theta = 30^\circ$, $\theta = 2\pi f t$

$+66 = 132 \sin\theta$ | $30 = 2 \times 180 \times 60\, t$

$\therefore t = \frac{1}{720}$ Sec

٢٦) الزمن الذي يمضي حتى تصبح ق.د.ك مستحثة -66 فولت لأول مرة.

$emf = emf_{max} \sin\theta$ | $\therefore \theta = 210^\circ$

$-66 = 132 \sin\theta$ | $\theta = 2\pi f t$

$\sin\theta = -\frac{1}{2}$ | $210 = 2 \times 180 \times 60 \times t$

$\therefore t = \frac{7}{720}$ Sec

٢٧) القيمة العظمى لفرق الجهد عندما يدور الملف حول محور موازٍ لطوله بسرعة 33 م/ث.

$\therefore \omega = \frac{v}{r} = \frac{33}{5 \times 10^{-2}} = 660$ Rad/s

$\therefore (emf)_{max} = NAB\omega = 35 \times 20 \times 10 \times 10^{-4} \times 0.5 \times 660 = 231V$

٢٨) السرعة التي يجب أن يدور بها الملف للحصول على ق.د.ك مستحثة عظمى قدرها 264 فولت.

$(emf)_{max} = NAB\omega \qquad 264 = 35 \times 20 \times 10 \times 10^{-4} \times 0.5\, \omega$

$\therefore \omega = 754.29$ Rad/s $\therefore v = \omega \cdot r = 754.29 \times 5 \times 10^{-2} = 37.71$ m/s

٢٩) شدة التيار الفعالة في المقاومة 66 أوم

$I_{max} = \frac{(emf)_{max}}{R} = \frac{132}{66} = 2A$

$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} = 1.41A$

٣٠) الزاوية المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض والمستوى العمودي على الملف عندما تكون القيمة اللحظية = الفعالة لشدة التيار المتردد.

$I_{eff} = I_{max} \sin 45 \qquad \therefore \theta = 45^\circ$

٣١) الطاقة المستنفذة في المقاومة 66 أوم لمدة 5 دقائق.

$\therefore W = (I_{eff})^2 R t = (\sqrt{2})^2 \times 66 \times 5 \times 60 = 39600 J$

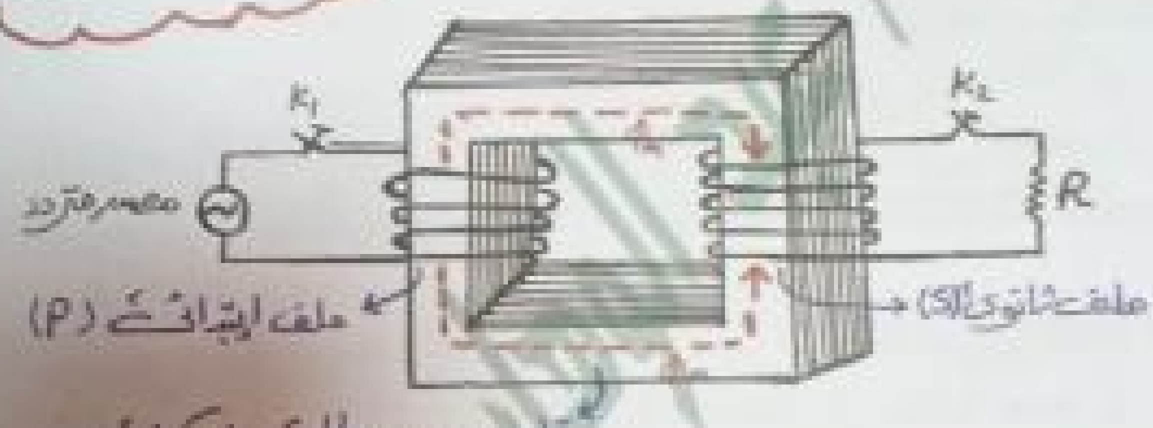
٣٢) الطاقة المستنفذة في المقاومة 66 أوم خلال دورة كاملة.

$W = (I_{eff})^2 R T = (\sqrt{2})^2 \times 66 \times \frac{1}{60} = 2.2 J$

الدوري

- **فكرة عمله:** الحث المتبادل بين ملفين.
- **استخدامه والغرض منه:** رفع أو خفض الجهد المتردد
نقل الطاقة من أماكن الإنتاج إلى
أماكن الاستهلاك.

- **تركيبه وشرح عمله:**



عند غلق دائرة الملف الثانوي واتصال الابتدائي بالمصدر (المتردد)

يمر تيار متردد في الملف الابتدائي ينشأ عنه فيض متغير ينتقل عبر قلب الحديد المطاوع ليقطع لفات الملف الثانوي فيتولد في الملف الثانوي بالحث المتبادل ق.د.ك مستحثة أكبر أو أقل من المصدر حسب نوع المحول.

رافع الجهد
$N_s > N_p$

خافض الجهد
$N_p > N_s$

عند فتح دائرة الثانوي واتصال الابتدائي بالمصدر

- لا يتولد تيار في الملف الثانوي لأن الدائرة مفتوحة.
- ولا يمر تيار في الابتدائي رغم اتصاله بالمصدر (علل)
لتولد emf مستحثة عكسية بالحث الذاتي تساوي وتضاد المصدر فلا يمر تيار.

ملحوظة للفهم

• عند غلق دائرة الثانوي والابتدائي:

عند غلق دائرة الثانوي والابتدائي
يتولد في الابتدائي بالحث المتبادل emf مستحثة تساوي وتضاد emf المستحثة الذاتية فلا يتأثر جهد المصدر ويعمل المحول.

(٥) ماذا يحدث لو وصل المحول بمصدر مستمر (بطارية) ؟!

ج/ لن يعمل المحول لأن الجهد المستمر ينشأ عنه فيض ثابت فلا تتولد emf مستحثة في الملف الثانوي لا لحظة غلق وفتح الدائرة.

• لو المحول مثالي (كفاءته 100%)

١) حسب قانون فاراداي :-

$$\because V_s = -N_s \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} \rightarrow ①$$

$$\because V_p = -N_p \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} \rightarrow ②$$

بقسمة ① ÷ ②

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

٢) حسب قانون بقاء الطاقة :-

$$E_{(s)} = E_{(p)}$$

$$(P_w)_s \cdot t = (P_w)_p \cdot t$$

$$V_s I_s = V_p I_p$$

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

← معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي

$$L = \frac{\mu A N_p^2}{\ell}$$

← معامل الحث المتبادل كما سبق

$$M = \frac{\mu A N_p N_s}{\ell}$$

$$\because V_p = -L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \rightarrow (1) \qquad V_s = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \rightarrow (2)$$

$$\therefore \frac{V_p}{V_s} = \frac{L}{M} = \frac{\mu A N_p^2 \ell}{\ell \mu A N_p N_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

قوانين المحول المثالي

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{L}{M} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

س) محول كهربي مثالي جهد الملف الابتدائي 120V ومعامل الحث الذاتي له 0.6 هنري وجهد الثانوي 40V يكون معامل الحث المتبادل بينهما .... هنري (0.2 - 1.8 - 0.6)

الحل

$\because \frac{V_P}{V_S} = \frac{L}{M}$ $\frac{120}{40} = \frac{0.6}{M}$ $\therefore M = 0.2 Hen$

علل) لا يوجد محول كفاءته 100% ؟!! ~~مثال~~

1) لأنه جزء من الطاقة الكهربية يتحول إلى طاقة حرارية بفعل التيارات الدوامية.

(العلاج) يقسم قلب الحديد المطاوع إلى شرائح معزولة عن بعضها البعض.

2) لأنه جزء من الطاقة الكهربية يستنفذ في مقاومة الأسلاك الملفين.

(العلاج) تصنع الأسلاك من النحاس السميك.

3) لأنه جزء من الطاقة الكهربية يتحول إلى طاقة ميكانيكية لنقل الفيض من الابتدائي للثانوي.

(العلاج) يصنع القلب من الحديد المطاوع السليكوني الذي معامل النفاذية له أكبر ما عليه.

4) جزء من الفيض يفقد عند الانتقال من الابتدائي للثانوي.
(العلاج) يلف الملف الثانوي حول الابتدائي.

كفاءة المحول؟

هو النسبة بين قدرة الملف الثانوى إلى قدرة الملف الابتدائى.

أو النسبة بين الطاقة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوى إلى الطاقة الكهربية المستنفذة فى الملف الابتدائى فى نفس الزمن.

• العوامل التى يتوقف عليها كفاءة المحول :-

١) مقاومة أسلاك الملفين
٢) نوع مادة القلب للعزل
٣) الشكل الهندسى للملفين
٤) تصميم القلب المعدني

القوانين

لو الكفاءة 100% (مثالى)

• المحول له ملف ثانوى:

$$(P_w)_p = (P_w)_s$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} = \frac{M}{L}$$

• المحول له ملفان ثانويان:

$$(P_w)_p = (P_w)_{s_1} + (P_w)_{s_2}$$

$$V_p I_p = V_{s_1} I_{s_1} + V_{s_2} I_{s_2}$$

أما لو طلب عدد لفات لكل واحد لوحده نعمل الآتي:

$$\frac{V_{s_1}}{V_p} = \frac{N_{s_1}}{N_p} \qquad \frac{V_{s_2}}{V_p} = \frac{N_{s_2}}{N_p}$$

لو الكفاءة ليست 100% (غير مثالي)

• المحول له ملف ثانوي:

P | S

$$\eta = \frac{(P_w)_s}{(P_w)_p} \times 100 = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100 = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100 = \frac{\text{لفة } V_s}{\text{لفة } V_p} \times 100$$

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

* لا تظهر الكفاءة لأنه لا وجود للجهد

• المحول له ملفان ثانويان:

P | S_1 , S_2

$$\eta (P_w)_p = (P_w)_s$$

$$\eta (P_w)_p = (P_w)_{s_1} + (P_w)_{s_2}$$

$$\eta V_p I_p = V_{s_1} I_{s_1} + V_{s_2} I_{s_2}$$

هاااام

* لو المحول وصل بدينامو ثم وصل أيضاً بجهاز (تليفزيون)

$$V_p = \underset{\text{دينامو}}{emf} = NAB\,\overline{2\pi f}$$

$V_s = V$ جهاز (تليفزيون)

خلي بالك

• لو محول يرفع أو يخفض الجهد منه ..... إلى .....
إبتدائي (P) ↑ ، ثانوي (S) ↑

• لو جهاز (تليفزيون - مروحة - جرس ....) ثانوي (S)

• لو محطة (دينامو - مصدر - منبع .....) إبتدائي (P)

مثال) محول كهربي عدد لفات ملفه الابتدائي 200 لفة ويعمل على تيار متردد قوته الدافعة الكهربية الفعالة 200 V فإذا كان للمحول ملفان ثانويان لتشغيل جهازين الأول راديو (0.5A ، 12V) والثاني لشاحن (1.2A ، 80V) احسب

أ) عدد لفات الملفين الثانويين.

ب) شدة التيار المار في الملف الابتدائي عند تشغيل الجهازين معاً في نفس الوقت

الحل

$N_p = 200 \quad V_p = 200V \quad I_{s_1} = 0.5A \quad V_{s_1} = 12V \quad I_{s_2} = 1.2A$

$V_{s_2} = 80V \quad N_{s_1} = ? \quad N_{s_2} = ? \quad I_p = ?$

$$1) \because \frac{V_{s_1}}{V_p} = \frac{N_{s_1}}{N_p} \qquad \frac{12}{200} = \frac{N_{s_1}}{200} \qquad \therefore N_{s_1} = 12 \text{ Turn}$$

$$\because \frac{V_{s_2}}{V_p} = \frac{N_{s_2}}{N_p} \qquad \frac{80}{200} = \frac{N_{s_2}}{200} \qquad \therefore N_{s_2} = 80 \text{ Turn}$$

$$2) \because (P_w)_p = (P_w)_{s_1} + (P_w)_{s_2}$$

$$V_p I_p = (V_s)_1 (I_s)_1 + (V_s)_2 (I_s)_2$$

$$200 I_p = (12 \times 0.5) + (80 \times 1.2) \qquad \therefore I_p = 0.51A$$

مثال) تليفزيون يعمل على فرق جهد متردد قيمته العظمى 550 V وتردد 50 HZ يستمد هذا الجهد عن طريق محول رافع للجهد يتصل ملفه الابتدائي بطرفي دينامو تيار متردد أبعاد ملفه 20cm ، 10cm وكثافة فيضه 0.14Tes بحيث كان عدد لفاته يساوي نصف عدد لفات الملف الابتدائي للمحول ، احسب عدد لفات الملف الثانوي للمحول. (بفرض أن كفاءة المحول 100 %)

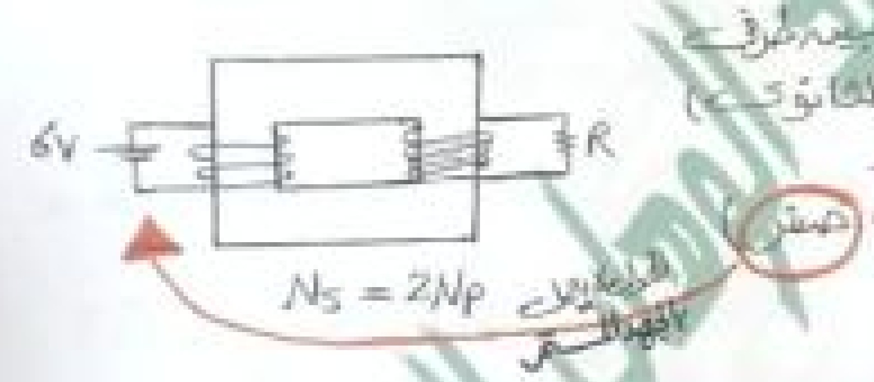
$V_s = 550\,V$ $\quad f = 50\,Hz$ $\quad A = 10 \times 20 \times 10^{-4}\,m^2$

$B = 0.14\,Tes$ $\quad N_{\text{ابتدائي}} = \frac{1}{2} N_p$ $\quad N_s = ?!$

$\because emf = V_p = NAB\,2\pi f$

$= \frac{1}{2} N_p \times 10 \times 20 \times 10^{-4} \times 0.14 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 = 0.44\,N_p$

$\because \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$ $\qquad \frac{0.44\,N_p}{550} = \frac{N_p}{N_s}$ $\qquad \therefore N_s = 1250\ Turn$



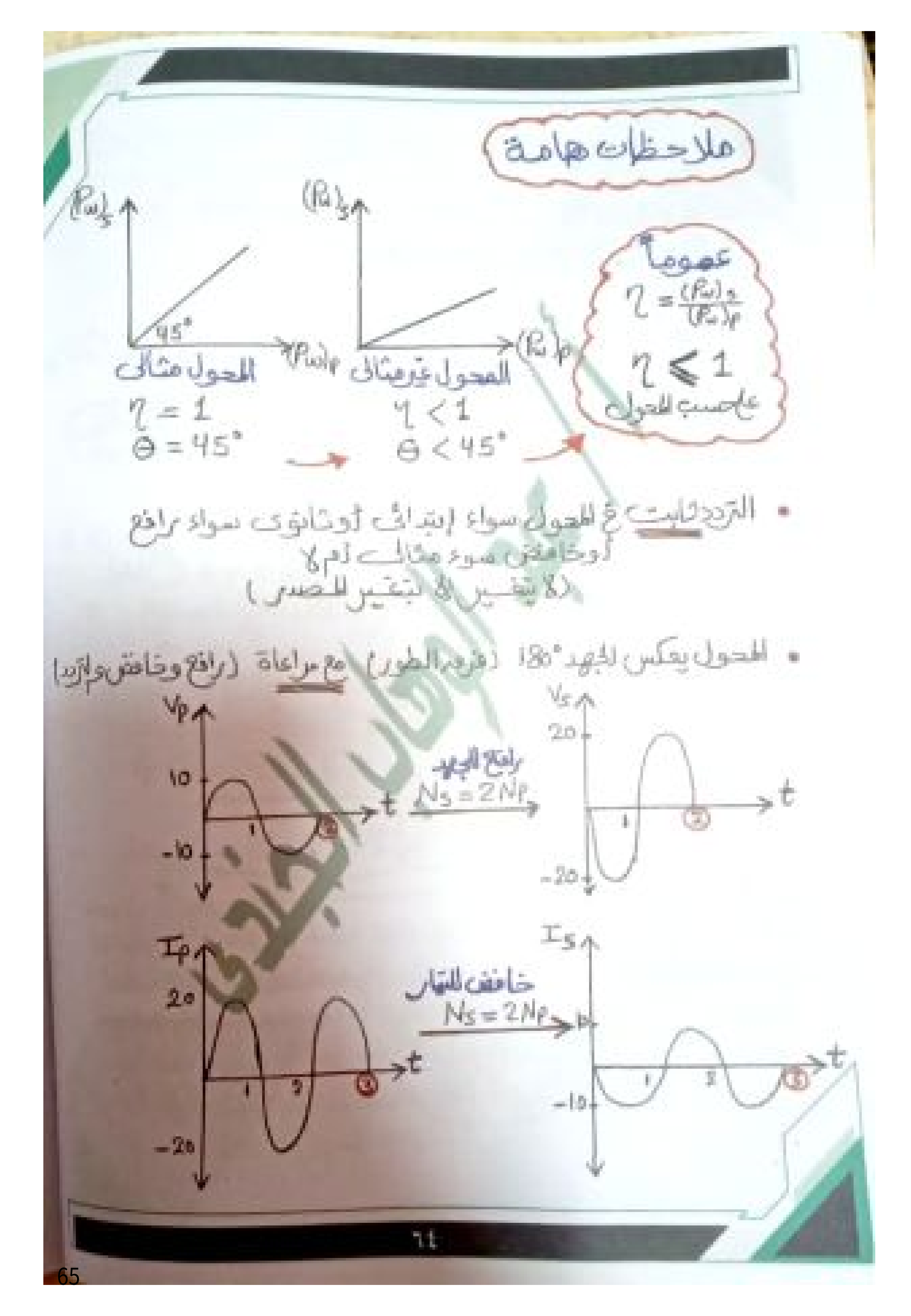
اختر: فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R) (الثانوي) = ...

(12V ، 3V ، 6V ، صفر)

"أنواع المحولات"

محول رافع للجهد	محول خافض للجهد
(خافض لشدة التيار)	(رافع لشدة التيار)
أماكن الانتاج (محطات التوليد)	أماكن الاستهلاك (المنازل)
$N_s > N_p$	$N_p > N_s$
$V_s > V_p$	$V_p > V_s$
$I_s < I_p$	$I_p < I_s$

ريح أعصابك
* رافع للجهد
* N_s أكبر


ملاحظات هامة
$(P_w)_s$
$(P_w)_p$
45°
المحول مثالي
η = 1
θ = 45°
المحول غير مثالي
η < 1
θ < 45°
عموماً
$\eta = \frac{(P_w)_s}{(P_w)_p}$
η ≤ 1
على حسب المحول
• الترددات في المحول سواء إبتدائي أو ثانوي سواء رافع أو خافض سواء مثالي أم لا
• المحول يعكس الجهد 180° (فرق الطور) مع مراعاة
Vp
10
-10
t
رافع الجهد
Ns = 2Np
Vs
20
-20
Ip
20
-20
خافض للتيار
Ns = 2Np
Is
-10
٦٤

نقل الطاقة الكهربية

علل: يستخدم عند أماكن الإنتاج محولات رافعة للجهد لنقل الطاقة؟

حتى تكون خافضة لشدة التيار فتقل الطاقة المستنفذة في الأسلاك عند النقل. $(P_w = I^2R)$

علل: يستخدم عند أماكن الاستهلاك محولات خافضة للجهد؟

حتى تكون رافعة لشدة التيار بما يتناسب مع إدارة الأجهزة والآلات.

علل: لا يوجد محول كفاءة نقله 100%

لأن جزء من الطاقة الكهربية يستنفذ في مقاومة الأسلاك عند النقل $(P_w = I^2R)$.

• ما معنى أن كفاءة النقل لمحول = 75%

أي أن النسبة بين القدرة الواصلة إلى القدرة الأصلية للمصدر = 75%

OR أي أن القدرة المفقودة في الأسلاك عند النقل = 25%

• ما معنى أن كفاءة المحول = 80%

أي أن النسبة بين قدرة الثانوي إلى قدرة الابتدائي = 80%

اختر: النسبة بين عدد لفات الملف الابتدائي إلى الثانوي للمحول بجوار منزلك .... الواحد الصحيح

(أكبر من - أقل من - يساوي)

أماكن الاستهلاك (خافض للجهد) $(N_p > N_s)$

كفاءة النقل

* إذا تم نقل الطاقة بجهد المحطة فإن التيار المار في الأسلاك

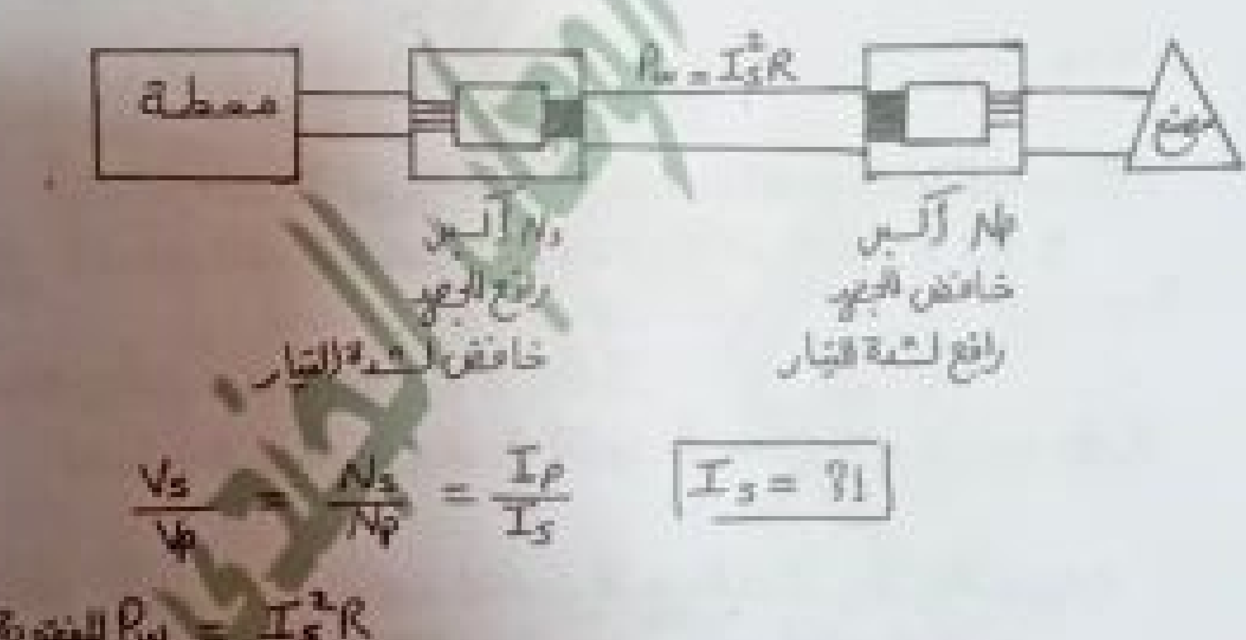
$R'_{\text{الأسلاك}} = 2R_{\text{السلك}}$

$R' = 2R\ell$

$I_{\text{في الأسلاك}} = \frac{V_{\text{المحطة}} - V_{\text{المصنع}}}{R} = \frac{P_{w\,\text{المحطة}}}{V_{\text{المحطة}}}$

$P_{w\,\text{القدرة المفقودة في الأسلاك}} = I^2R$ أيضًا الهبوط في الجهد $= IR$

* إذا تم نقل الطاقة بالمحولات يكون التيار المار في الأسلاك تيار الملف الثانوي I_s للمحول الرافع.



$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$ $\boxed{I_s = ?!}$

$P_{w\,\text{المفقودة}} = I_s^2R$

$P_{w\,\text{الواصلة}} = P_{w\,\text{المحطة}} - P_{w\,\text{المفقودة}}$

$\eta_{\text{النقل}} = \frac{P_{w\,\text{الواصلة}}}{P_{w\,\text{المحطة}}} \times 100$

نقلت قدرة كهربية مقدارها 4×10^5 W من محطة توليد إلى مصنع بخط نقل مقاومته 0.5Ω فإذا كان الجهد عند محطة التوليد 2×10^3 V احسب
(أ) شدة التيار في الخط
(ب) الهبوط في الجهد
(ج) القدرة المفقودة في الخط

الحل

$$I \text{ في الأسلاك} = \frac{P_w \text{ محطة}}{V \text{ محطة}} = \frac{4\times10^5}{2\times10^3} = 2\times10^2 A$$

$$\text{الهبوط في الجهد} = IR = 2\times10^2 \times 0.5 = 100 V$$

$$\text{القدرة المفقودة في الخط} = I^2R = (2\times10^2)^2\times0.5 = 2\times10^4 W$$

القدرة المتولدة من محطة قوى كهربية 100 كيلووات بفرق جهد 200V عند المحطة ويوجد محول كهربي عند المحطة النسبة بين عدد لفاته 1 : 5 أوجد كفاءة النقل إذا استخدمت أسلاك نقل مقاومتها 4Ω

الحل

$(P_w)_P = 100000$ watt $\quad V_P = 200 V \quad N_S = 5 \quad N_P = 1 \quad R = 4$

$\because (P_w)_P = V_P \cdot I_P$

$100000 = 200\, I_P$

$\therefore I_P = 500 A$

$\because \frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S}$

$\frac{I_S}{500} = \frac{1}{5}$

$\therefore I_S = 100 A$

$P_w \text{ المفقودة} = I_S^2 R$

$= (100)^2 \times 4 = 40000$ watt

$P_w \text{ الواصلة} = 100000 - 40000 = 60000$ watt

$$\eta = \frac{P_w \text{ الواصلة}}{P_w \text{ المحطة}} \times 100 = \frac{60000}{100000}\times100 = 60\%$$

المحرك الكهربي
(الموتور)

- **فكرة عمله:** عزم الازدواج (التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي)
- **الاستخدام:** تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية (حركية) تستخدم في أغراض عديدة.

• التركيب وشرح العمل:

← عند دوران الملف من الوضع **الأفقي** وبتطبيق قاعدة (قاعدة اليد اليسرى) في الضلعين AB ، CD يتولد عزم ازدواج يعمل على دوران الملف.

شكل (1)

باستمرار دوران الملف يقل عزم الازدواج حتى ينعدم عندما يكون مستوى الملف رأسي وتلامس الفرشتين المادة العازلة ويكمل الملف دورانه بسبب القصور الذاتي.

← في نصف الدورة التالي تتحرك شقي الأسطوانة بتبديل موضعهما فيستمر الملف في الدوران في نفس الاتجاه.

شكل (2)

(الملف إنقلب والتيار انعكس)

N A ② = ③ ①
عكس عكس يستمر الدوران (العزم) في نفس الاتجاه

N S C B D A E F (1)

N S B C A D E (2)

τ t 1 2 3 4

كيفية زيادة كفاءة دوران المحرك الكهربي

1) استخدام مجموعة من الملفات بينها زوايا صغيرة متساوية ؛ للاحتفاظ بعزم دوران ثابت عند النهاية العظمى حيث يتواجد دائماً ملف موازياً للفيض للقطبين فيتأثر بأكبر عزم ازدواج وهكذا تدور الملفات بسرعة أكبر.

2) تقسيم الأسطوانة المعدنية إلى عدد من الأجزاء يساوي ضعف عدد الملفات.

القوة الدافعة العكسية في الموتور

- تتولد أثناء الدوران فقط.
- وبسبب قطع الملف لخطوط الفيض.
- واتجاهها يكون عكس البطارية.
- وتقوم بـ تنظيم سرعة دوران الموتور.

look

إذا منع الموتور من الحركة تنعدم emf العكسية تماماً

حيث :-

- كلما زادت السرعة تزداد emf العكسية فيقل I ملف فيقل τ فيقل سرعة الدوران.
- كلما قلت السرعة تقل emf العكسية فتزداد I ملف فيزداد τ فيزداد سرعة الدوران.

- في بداية الدوران تزداد سرعة دوران الموتور لعدم وجود تيار مستحث عكسي.
- وبدوران الموتور يزداد التيار المستحث العكسي فتقل سرعة دوران الموتور.
- وعندما يثبت الفرق بين التيارين تنتظم سرعة دوران الموتور.

$$I_{\text{محرك}} = I_{\text{بطارية}} - I_{\text{مستحث عكسي}}$$

$$I_{\text{محرك (ملف)}} = \frac{V_B - emf}{R' + r}$$

ثابت

* بداية التشغيل :- $(emf = 0)$

$$I = \frac{V_B}{R_t + R_{\text{موصلات}}}$$

س) موتور صغير متصل ببطارية 25V وجد أن شدة التيار تكون 2.5A إذا منع الموتور من الحركة ولكن تهبط إلى 1.5A إذا أطلقت الموتور حرية الحركة احسب:
1) ق.د.ك العكسية
2) قيمة المقاومة التي إذا أدخلت في الدائرة عند بدء الحركة ثم استبعدت عندما تبلغ السرعة قيمتها العظمى تظل شدة التيار كما هي.

الحل

• إذا منع الموتور من الحركة تنعدم emf العكسية تماماً.

أثناء منع الدوران $I = \frac{V_B}{R'}$ $2.5 = \frac{25}{R'}$ $\therefore R' = 10\Omega$

أثناء الدوران $I = \frac{V_B - emf}{R}$ $1.5 = \frac{25 - emf}{10}$ $\therefore emf = 10V$

بداية التشغيل $I = \frac{V_B}{R + R_{\text{خ}}}$ $1.5 = \frac{25}{10 + R_{\text{خ}}}$ $\therefore R_{\text{خ}} = 6.67\Omega$

س) محرك كهربي ينتج قدرة ميكانيكية مقدارها 54J/s عندما كان فرق الجهد بين طرفي ملفه 24V ويمر به تيار شدته 2.5A فإن كفاءة المحرك تساوي ......
(54% - 60% - 90% - 100%)

الحل

P_w الأصلية $= V \cdot I = 24 \times 2.5 = 60 J/s$
P_w الناتجة $= 54 J/s$

$\therefore \eta = \frac{P_w \text{ الناتجة}}{P_w \text{ الأصلية}} \times 100 = \frac{54}{60} \times 100 = 90\%$

س) موتور موصل بمصدر جهد مستمر مهمل المقاومة الداخلية 30V ويمر به تيار ثابت أثناء الحركة 5A ومقاومته 5Ω تكون emf العكسية به ...... فولت (30 - 25 - 5 - 6)

$I = \frac{V_B - emf}{R}$ $5 = \frac{30 - emf}{5}$ $emf = 5V$

العوامل التي تتوقف عليها قدرة الموتور الكهربي

١) عدد ملفات الموتور
٢) عدد لفات كل ملف.
٣) كثافة الفيض المغناطيسي
٤) شدة التيار المار في ملف الموتور
٥) مساحة وجه ملف الموتور.

- دور شقي الأسطوانة في الموتور؟
جعل الموتور يدور في نفس الاتجاه (في نصف الدورة الثاني)

- دور القصور الذاتي في الموتور؟
جعل الموتور يكمل دورانه من الوضع الرأسي (ربع دورة من الوضع الأفقي) رغم انعدام عزم الازدواج.

- دور الملفات العديدة في الموتور؟
زيادة قدرة الموتور على الدوران ورفع كفاءته للحصول على عزم ثابت عند القيمة العظمى.

- دور emf المستحثة العكسية في الموتور؟
تعمل على انتظام سرعة دوران الموتور.

- ماذا يحدث لو:

← استخدام نظام الحلقتين المعدنيتين في الموتور؟
لن يدور الموتور دورانه الطبيعي بل ينعكس اتجاه الدوران كل نصف دورة.

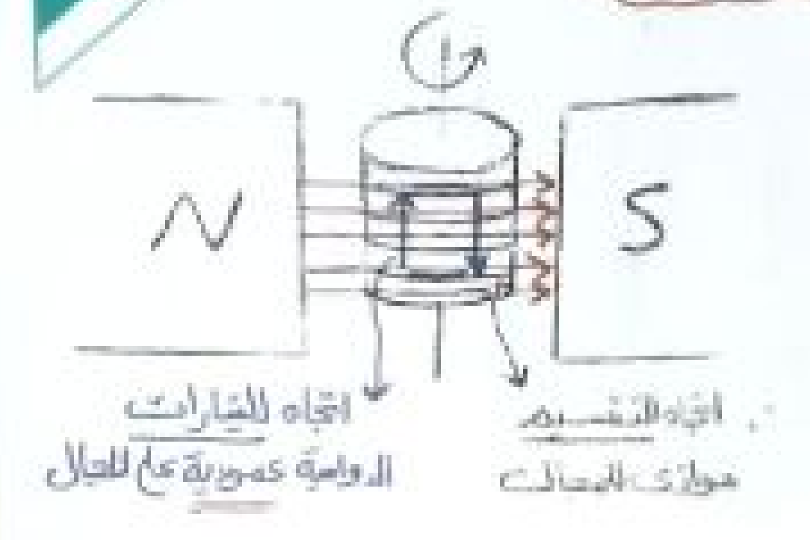
← استخدام تيار متردد في الموتور؟
لن يدور الموتور دورانه الطبيعي وينعكس اتجاه الدوران كل نصف دورة وقد لا يتحرك في الترددات العالية لعدم استجابة الملف بسبب القصور الذاتي.

المقارنة

وجه المقارنة	الدينامو	الموتور
فكرة العمل	الحث الكهرومغناطيسي	عزم الازدواج
تحولات الطاقة	حركية ← كهربية	كهربية ← حركية
القاعدة المستخدمة	قاعدة فلمنج لليد اليمنى	قاعدة فلمنج لليد اليسرى
دور نصفي الأسطوانة	جعل التيار موحد الاتجاه	جعل الموتور يدور في اتجاه ثابت
دور الملفات العديدة	جعل التيار ثابت الشدة	زيادة قدرة الموتور على الدوران ورفع كفاءته.

وجه المقارنة	المحول	الموتور
مصدر التشغيل	التيار المتردد	التيار المستمر
	(المحول لا يعمل بالتيار المستمر والموتور لا يعمل بالتيار المتردد)	
ق.د.ك العكسية	تحمي الملف الابتدائي من التلف في حالة غلق الثانوي، وتمنع استهلاك الطاقة ومرور التيار في حالة فتح الثانوي.	تعمل على ضبط سرعة دورانه.
القلب الحديدي	تقسيم قلب المحول إلى شرائح معزولة	تقسيم قلب الموتور إلى أقراص معزولة بحيث (يكون اتجاه التقسيم موازي للمجال حتى يكون للمادة العازلة عمودية على اتجاه التيارات الدوامية فتضعفها)

لتوضيح اتجاه تقسيم «القلب المعدني»



س) أزهر 2019 / يكون اتجاه التيارات الدوامية داخل القالب المعدني في الدول ......

أ) في اتجاه الفيض المغناطيسي داخل القالب المعدني.

ب) عمودياً على الفيض المغناطيسي داخل القالب المعدني.

ج) في اتجاهات عشوائية داخل القالب المعدني.

س) اتجاه التيار الكهربي في ملف المحرك الكهربي ......

أ) ثابت الشدة والاتجاه

ب) متغير الشدة والاتجاه

ج) ثابت الشدة ومتغير الاتجاه

د) متغير الشدة وثابت الاتجاه.

← يتغير اتجاهه كل نصف دورة

س) عندما يكون ملف المحرك موازي للمجال يكون العزم الذاتي ......

أ) أكبر ما يمكن

ب) أقل ما يمكن

ج) نصف القيمة العظمى

← حيث أن عزم الازدواج أكبر ما يمكن

س) عند إنقاص ملف الموتور الكهربي بالقوة أثناء دورانه يتلف الملف بسبب ......

أ) انعدام التيار الكهربي المستحث المتولد في الملف.

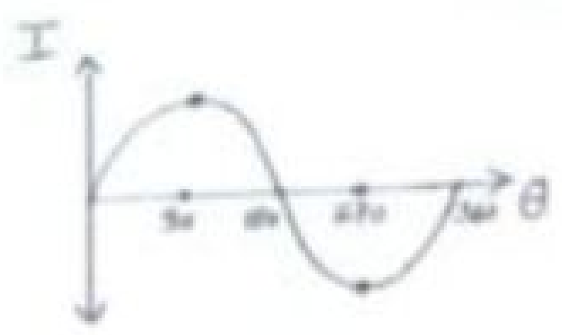
ب) زيادة التيار الكهربي المستحث المتولد في الملف.

ج) زيادة تيار المصدر الكهربي.

« دوائر التيار المتردد »

التيار المتردد :-

« هو تيار متغير الشدة والاتجاه يتغير شدته من صفر إلى قيمة عظمى ثم إلى صفر ثم يغير اتجاهه ويزداد لقيمة عظمى ثم يقل إلى صفر ويتكرر ذلك بصفة دورية ويمثل بمنحنى جيبي »



س/ ما معنى أن تردد التيار في مصر = 50 HZ

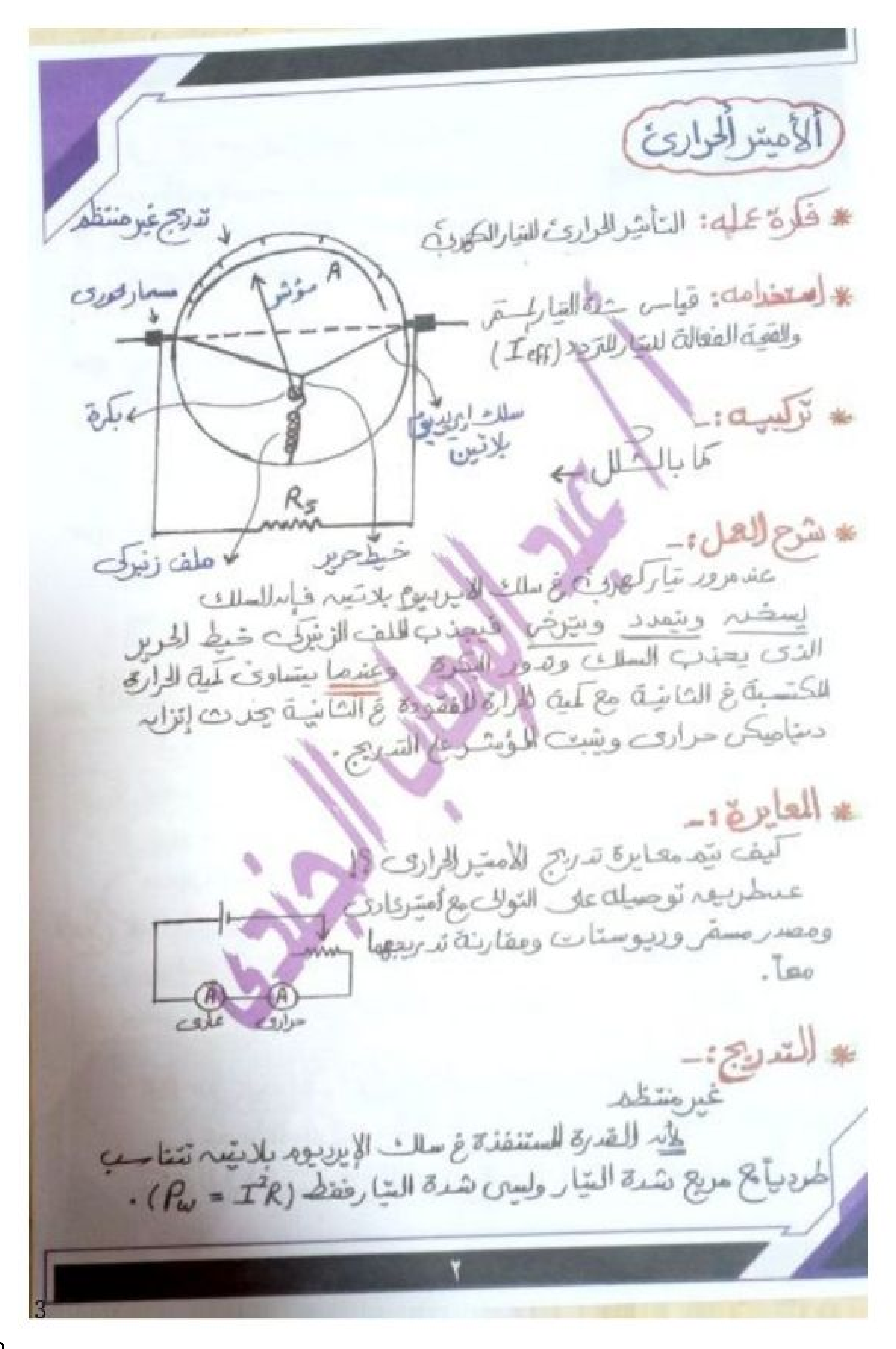
أي أن عدد الدورات التي يعملها التيار المتردد في الثانية = 50 دورة/ اهتزازة

$(f = \frac{N}{t})$

س/ ما معنى أن الزمن الدوري = 0.02 Sec

أي أن الزمن اللازم لعمل دورة كاملة = 0.02S / أي مقلوب التردد = كله 0.02 $(T = \frac{1}{f})$

التيار المتردد A.C	التيار المستمر D.C
① يمكن رفع وخفض جهده بالمحولات.	① لا يمكن رفع أو خفض جهده بالمحولات.
② يمكن نقله لمسافات بعيدة دون فقد كبير في الطاقة	② لا يمكن نقله لمسافات بعيدة.
③ يمكن تحويله إلى مستمر.	③ يصعب تحويله إلى متردد.
④ له تأثير حراري تستخدم في المقاومات.	④ له تأثير حراري أيضاً. (أوجه التشابه بينهما)
⑤ متغير الشدة والاتجاه دورياً مع الزمن.	⑤ ثابت الشدة والاتجاه.
⑥ يمر في الدوائر المحتوية على مكثفات.	⑥ لا يمر في الدوائر المحتوية على مكثفات.
⑦ يحصل عليه من دينامو التيار المتردد.	⑦ يحصل عليه من دينامو التيار المستمر أو المركم / البطارية.
⑧ يستخدم في الإضاءة والتسخين وإدارة الآلات ولا يستخدم في الطلاء بالكهرباء أو التحليل الكهربي.	⑧ يستخدم في الطلاء بالكهرباء والتحليل الكهربي وشحن البطاريات والمراكم كما يستخدم أيضاً في الإضاءة والتسخين.



الأميتر الحراري

* **فكرة عمله:** التأثير الحراري للتيار الكهربي

* **استخدامه:** قياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد (I_{eff})

* **تركيبه:** كما بالشكل ←

* **شرح العمل:**

عند مرور تيار كهربي في سلك الإيريديوم بلاتين فإن السلك يسخن ويتمدد ويرتخي فيجذب الملف الزنبركي خيط الحرير الذي يجذب السلك وتدور البكرة وعندما يتساوى كمية الحرارة المكتسبة في الثانية مع كمية الحرارة المفقودة في الثانية يحدث اتزان ديناميكي حراري ويثبت المؤشر على التدريج.

* **المعايرة:**

كيف يتم معايرة تدريج الأميتر الحراري ؟

عن طريق توصيله على التوالي مع أميتر عادي ومصدر مستمر وريوستات ومقارنة تدريجهما معاً.

* **التدريج:**

غير منتظم

لأن القدرة المستنفذة في سلك الإيريديوم بلاتين تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار وليس شدة التيار فقط ($P_w = I^2R$).

* أذكر دور مجزئ التيار في الأميتر ؟!

١) سحب أكبر قدر من التيار وحماية سلك الايريديوم بلاتين من الانصهار.
٢) تقليل المقاومة الكلية للجهاز فيقيس شدة التيار بدقة.
٣) إنقاص الحساسية وزيادة مدى القراءة.

س) يستخدم الأميتر الحراري في قياس شدة التيار المتردد والمستمر ؟!
لأنه يعتمد في عمله على التأثير الحراري للتيار الكهربي وكلاهما له تأثير حراري.

س) يصنع سلك الأميتر الحراري من الإيريديوم بلاتين ؟!
لأنه يتمدد تمدد محسوس بأقل تيار وله معامل تمدد طولي محسوس ثابت لكل درجة حرارة (م).

* العيوب :-
اذكر عيوب الأميتر الحراري ؟!
١) يتحرك مؤشره ببطء ويعود للصفر ببطء.
٢) يوجد به خطأ صفري لأن سلك الايريديوم بلاتين يتأثر بدرجة حرارة الوسط المحيط.

العلاج ◀ يشد سلك الايريديوم بلاتين على لوحة من نفس مادته ؟! علل
لتلاشي الخطأ الصفري حيث تتمدد مع سلك الايريديوم بلاتين بنفس المعدل فيظل السلك مشدود.

س) متى يحدث إتزان وثبت مؤشر الأميتر الحراري على التدريج ؟!
عندما نصل إلى حالة الاتزان الديناميكي الحراري أي يتساوى كمية الحرارة المكتسبة في الثانية مع كمية الحرارة المفقودة في الثانية.

س1/ يوصل للأميتر الحراري في الدائرة الكهربية على ......
(التوالي - التوازي - حسب كل دائرة)

س2/ للتيار المتردد أكثر استخداماً من التيار المستمر للأسباب التالية فيما عدا واحدة هي ....
(عكس نقله بكفاءة عالية - عكس تغير جهده في المحولات
عكس تحويله إلى تيار مستمر - عكس تغير تردده في المحولات)
ثابت

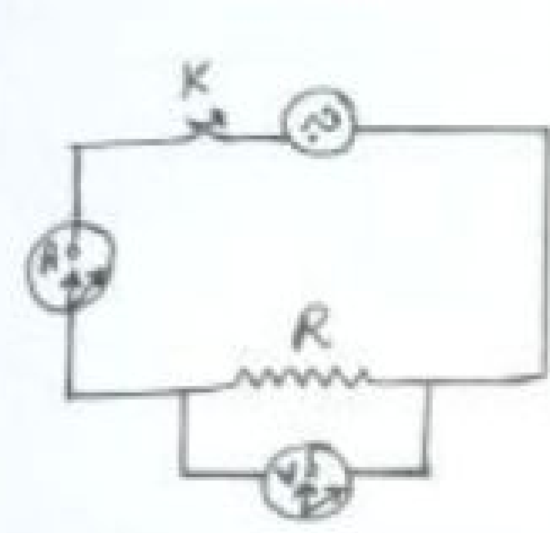
س3/ تُعزل اللوحة المعدنية في الأميتر الحراري عن سلك الإيريديوم بلاتين وذلك...
(حتى لا يتأثر بدرجة حرارة الجو - لتمدد بمفردها ولا يتمدد السلك
ليتمدد السلك فقط عند مرور التيار الكهربي - لتتمدد بنفس معامل تمدد السلك عند مرور تيار كهربي)

س4/ أميتر حراري يقيس تيار شدته A (I) فحتى تزداد كمية الحرارة المتولدة في سلك الأميتر للضعف يلزم تغير شدة التيار إلى ...... $(\propto I^2)$
$(4I$ ، $\sqrt{2}I$ ، $\frac{I}{2}$ ، $2I)$

وجه المقارنة	الأميتر الحراري	الأميتر ذو الملف المتحرك
فكرة العمل	التأثير الحراري للتيار الكهربي	التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي (عزم الازدواج)
الوظيفة	قياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد.	قياس شدة التيار المستمر فقط.
التأثر بحرارة الجو	تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو	لا تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو.
أقسام التدريج	غير متساوية لأنها $\propto I^2$ (كمية الحرارة)	متساوية لأنه ($I \propto$ زاوية الانحراف)
حركة المؤشر	يتحرك ببطء ويعود للصفر ببطء	يتحرك بسرعة ويعود للصفر بسرعة
شرط الاتزان	تساوي كمية الحرارة المكتسبة في الثانية مع كمية الحرارة المفقودة في الثانية	تساوي عزم الازدواج المغناطيسي مع عزم اللي في الملفات الزنبركية
حساسية الجهاز	قليل الحساسية للتيارات الضعيفة.	عالي الحساسية للتيارات الضعيفة نسبياً.

دوائر التيار المتردد

① دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة صرفة (عديمة الحث)



عند غلق دائرة تيار متردد بها مقاومة أومية نلاحظ أن مؤشر الأميتر والفولتميتر ينحرفان معاً في نفس اللحظة أي أن الجهد والتيار يتفقان في الطور.

$$V = V_{max} \sin(\omega t) \rightarrow (1)$$

$$\because I = \frac{V}{R}$$

$$I = I_{max} \sin(\omega t) \rightarrow (2)$$

من (1) و(2) نجد أن الجهد والتيار متفقان في الطور.
أي أن :- زاوية الطور = صفر

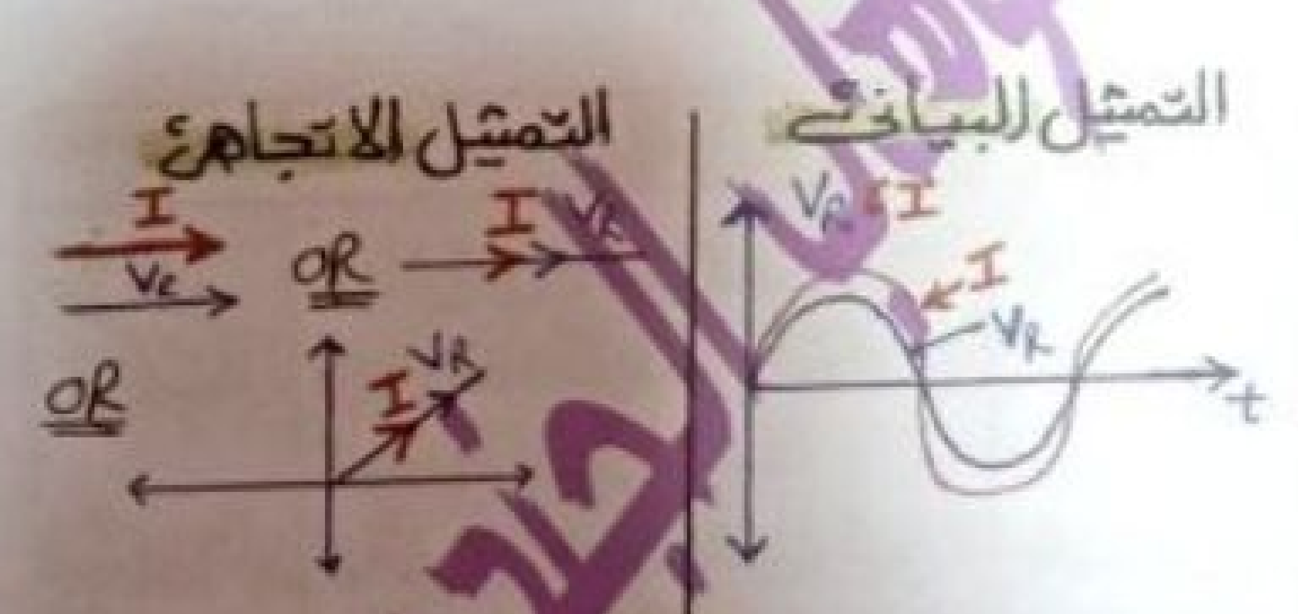
look

التمثيل الرياضي (الجبري)

$V = V_{max} \sin \omega t$

$I = I_{max} \sin \omega t$

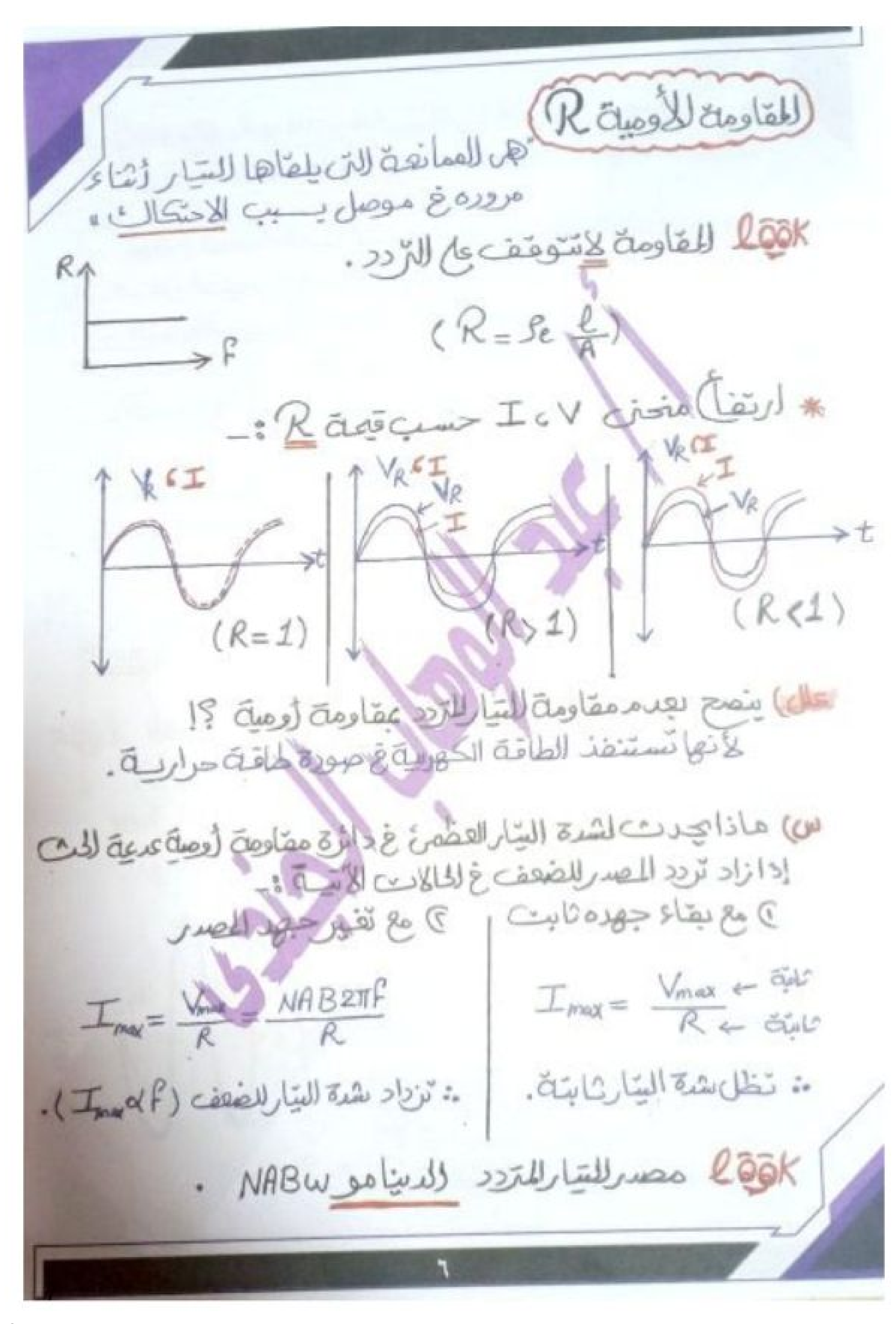
التمثيل البياني — **التمثيل الاتجاهي**



علل توجد قدرة مستنفذة في دائرة تيار متردد ومقاومة ؟!
لأن المقاومة تقاوم التيار نتيجة الاحتكاك بذرات الموصل مما يولد طاقة حرارية $P_w = I^2R$ لا تتوقف على إتجاه التيار.

✱ رسم القدرة المستنفذة خلال دورة كاملة في دائرة تيار متردد ومقاومة ← $P_w = I^2R$

P_w + +



المقاومة الأومية R

هي الممانعة التي يلقاها التيار أثناء مروره في موصل بسبب الاحتكاك.

look المقاومة لا تتوقف على التردد.

$$(R = \rho_e \frac{l}{A})$$

* ارتفاع منحنى V ، I حسب قيمة R :-

علل) ينصح بعدم مقاومة التيار المتردد بمقاومة أومية ؟!
لأنها تستنفذ الطاقة الكهربية في صورة طاقة حرارية.

س) ماذا يحدث لشدة التيار العظمى في دائرة مقاومة أومية عديمة الحث إذا زاد تردد المصدر للضعف في الحالات الآتية :

١) مع بقاء جهده ثابت

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R}$$ ← ثابتة ، ← ثابتة

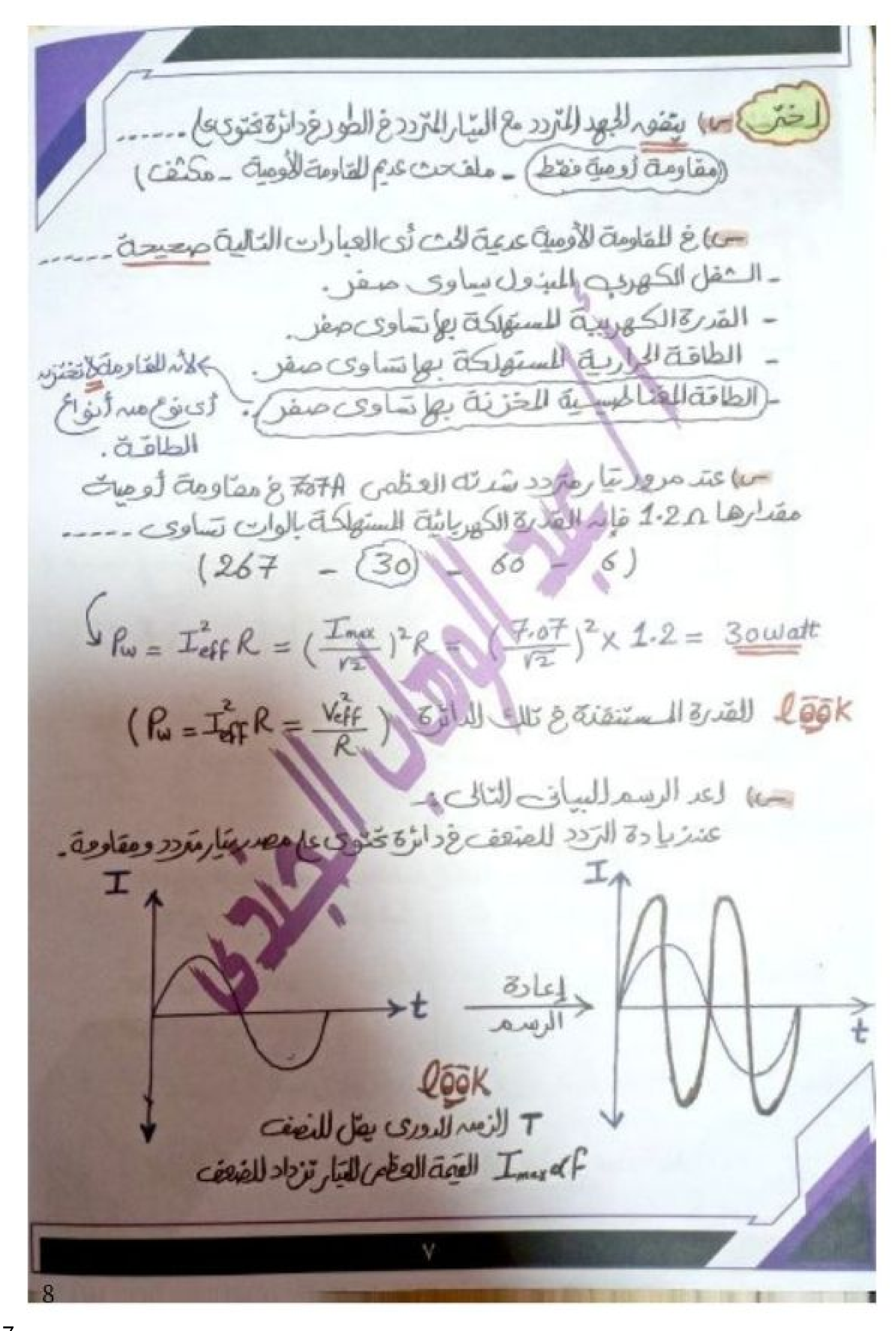
∴ تظل شدة التيار ثابتة.

٢) مع تغير جهد المصدر

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R} = \frac{NAB2\pi f}{R}$$

∴ تزداد شدة التيار للضعف $(I_{max} \propto f)$.

look مصدر التيار المتردد الدينامو $NAB\omega$.



اختر: س) يتفق الجهد المتردد مع التيار المتردد في الطور في دائرة تحتوي على ......

(مقاومة أومية فقط - ملف حث عديم المقاومة الأومية - مكثف)

س) في المقاومة الأومية عديمة الحث أي العبارات التالية صحيحة ......

- الشغل الكهربي المبذول يساوي صفر.
- القدرة الكهربية المستهلكة بها تساوي صفر.
- الطاقة الحرارية المستهلكة بها تساوي صفر.
- الطاقة المغناطيسية المختزنة بها تساوي صفر.

لأنه المقاومة لا تختزن أي نوع من أنواع الطاقة.

س) عند مرور تيار متردد شدته العظمى 7.07A في مقاومة أومية مقدارها 1.2Ω فإن القدرة الكهربائية المستهلكة بالوات تساوي .....

(267 - 30 - 60 - 6)

$$P_w = I_{eff}^2 R = \left(\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}\right)^2 R = \left(\frac{7.07}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 1.2 = 30\,watt$$

look القدرة المستنفذة في تلك الدائرة $\left(P_w = I_{eff}^2 R = \frac{V_{eff}^2}{R}\right)$

س) أعد الرسم البياني التالي عند زيادة التردد للضعف في دائرة تحتوي على مصدر تيار متردد ومقاومة.

look

T الزمن الدوري يقل للنصف

القيمة العظمى للتيار تزداد للضعف $I_{max} \propto f$

٢) دائرة تيار متردد تحتوي على ملف حث نقي (عديم المقاومة)

بالمشاهدة

عند غلق الدائرة نلاحظ انحراف مؤشر الفولتميتر الى نهايته بينما مؤشر التيار = صفر لأن الملف يعمل على تأخير التيار عن فرق الجهد وذلك بسبب الحث الذاتي له حيث تتولد emf مستحثة عكسية تمنع مرور التيار ثم تقل تدريجياً ويزداد مرور التيار وهكذا .

الشرح بالميل

في البداية عندما θ = صفر يكون الميل $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ قيمة عظمى فتكون emf قيمة عظمى ثم يتناقص الميل حتى ينعدم بعد 90° فتنعدم emf ويكون التيار أقصى ما عنده وهكذا .

$$V_L = -L\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$$

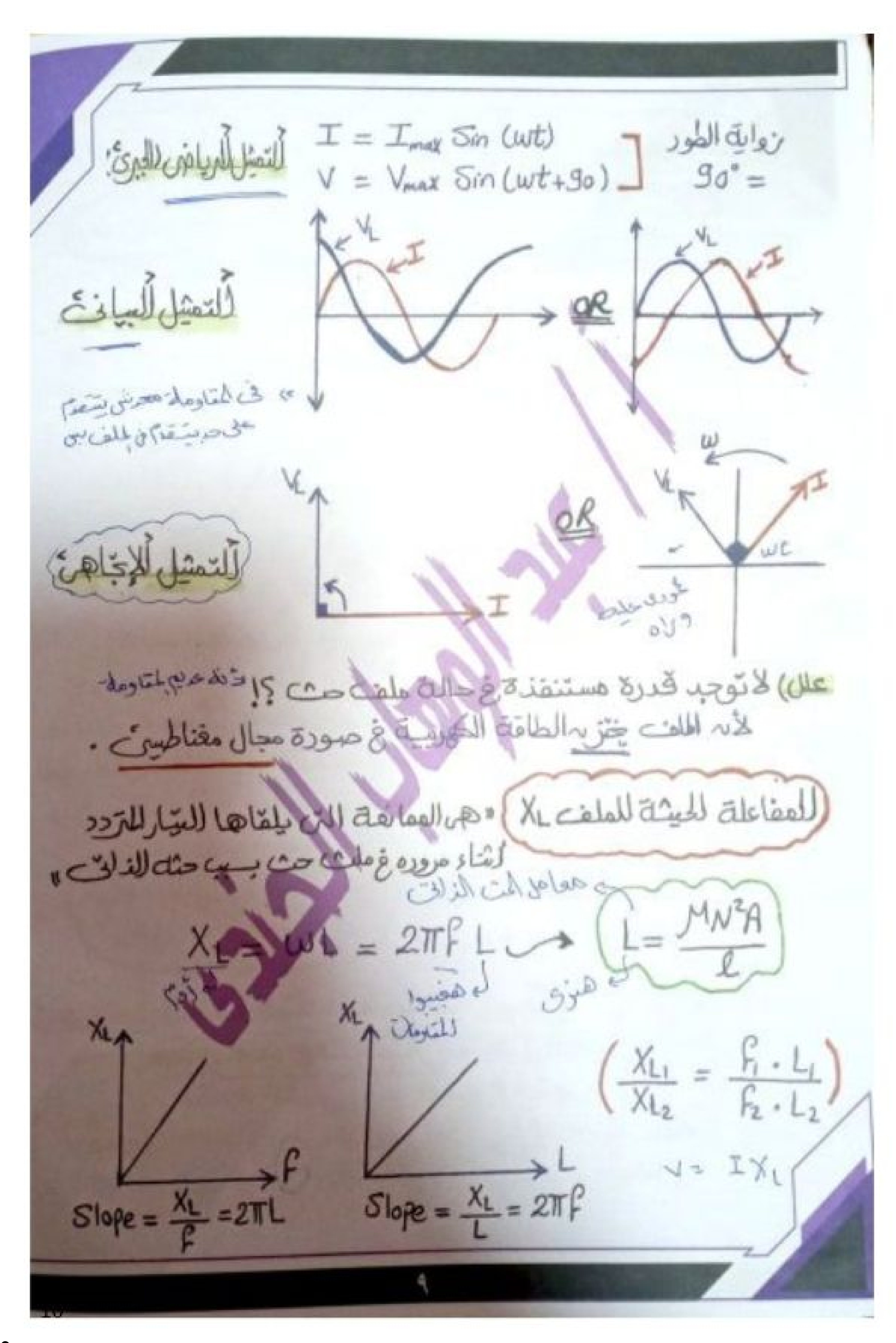
$$V_L \propto \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow slope = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

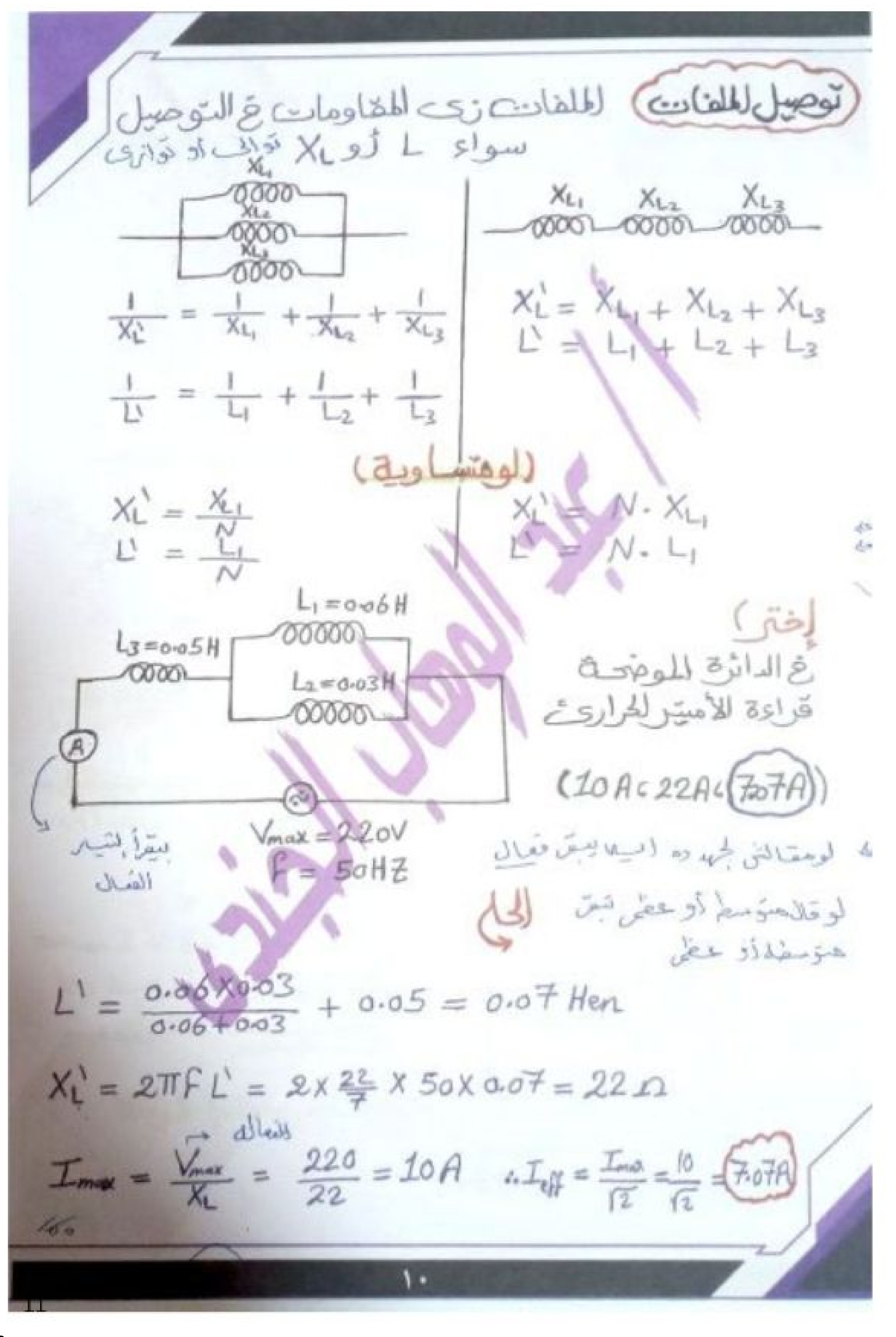
الجهد مع الميل والتيار عكس الميل والميل هو المعدل $\frac{\Delta I}{\Delta t}$

فرق الجهد هو اللي متقدم والمتقدم الأسبق

اختر/ تعمل المفاعلة الحثية على مقاومة التيار عن طريق ----- للتيار المتردد
(معدل التغير في شدة التيار - معدل التغير في فرق الجهد - شدة التيار - التغير في الفيض)

علل/ عندما يكون معدل نمو التيار $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ قيمة عظمى يكون للجهد قيمة عظمى وشدة التيار صفر .


التمثيل الرياضي (الجبري)
I = I max Sin (wt)
V = V max Sin (wt+90)
زاوية الطور = 90°
التمثيل البياني
VL
I
OR
التمثيل الاتجاهي
VL
I
OR
ω
wt
علل) لا توجد قدرة مستنفذة في حالة ملف حث ؟!
لأن الملف يختزن الطاقة الكهربية في صورة مجال مغناطيسي .
المفاعلة الحثية للملف XL
«هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد أثناء مروره في ملف حث بسبب حثه الذاتي»
XL = ωL = 2πf L
L = μN²A / ℓ
XL1 / XL2 = f1 · L1 / f2 · L2
V = I XL
XL
f
Slope = XL / f = 2πL
XL
L
Slope = XL / L = 2πf



توصيل الملفات

الملفات زي المقاومات في التوصيل سواء L أو X_L توالي أو توازي

توازي:

$$\frac{1}{X_L'} = \frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L_2}} + \frac{1}{X_{L_3}}$$

$$\frac{1}{L'} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

توالي:

$$X_L' = X_{L_1} + X_{L_2} + X_{L_3}$$

$$L' = L_1 + L_2 + L_3$$

(لو متساوية)

$$X_L' = \frac{X_{L_1}}{N} \qquad L' = \frac{L_1}{N}$$

$$X_L' = N \cdot X_{L_1} \qquad L' = N \cdot L_1$$

إختر) في الدائرة الموضحة قراءة الأميتر الحراري

(10A ، 22A ، 7.07A)

لو مقالش الجهد ده ايه يبقى فعال

لو قال متوسط أو عظمى تبقى متوسط أو عظمى

الحل

$$L' = \frac{0.06 \times 0.03}{0.06 + 0.03} + 0.05 = 0.07 \text{ Hen}$$

$$X_L' = 2\pi f L' = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.07 = 22\,\Omega$$

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{220}{22} = 10A \qquad \therefore I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7.07A$$

س) ماذا يحدث لشدة التيار في دائرة ملف حث عديم المقاومة في الحالات الآتية :-

① وضع قلب حديد مطاوع داخل الملف .
μ يزداد   L يزداد X_L تزداد   (I يقل).

② قطع نصف طول الملف وتوصيله بنفس المصدر .
ℓ للملف يقل للنصف ، N يقل للنصف لكنه N^2 بيقى $\frac{1}{4}$
∴ L الذاتي يقل للنصف فتقل X_L للنصف **فيزداد I للضعف** .

③ زيادة التردد للضعف

- مع بقاء جهده ثابت

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{V_{max}}{2\pi f L}$$ (ثابتة ← V_{max})

∴ I يقل للنصف .

- مع تغير جهد المصدر

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{NAB2\pi f}{2\pi f L} = \frac{NAB}{L}$$

∴ التيار يظل ثابت .
الزيادة في V_{max} يقابلها زيادة مماثلة في X_L

العلاقة بين شدة التيار (I) في ملف حث عديم المقاومة بتردد التيار (f) :-

- في الترددات الصغيرة جداً
(f) تقترب من الصفر (تيار مستمر)
∵ $X_L \propto f$
∴ $I \propto \frac{1}{X_L} \propto \frac{1}{f}$
∴ $f \to 0$ ∴ $X_L \to 0$ ∴ $I \to max$
أى تصبح شدة التيار نهاية عظمى
ويعمل الملف كسلك توصيل

- في الترددات العالية جداً
(f) كبيرة جداً
∵ $X_L \propto f$
∵ $I \propto \frac{1}{X_L} \propto \frac{1}{f}$
∴ $f \to \infty$ ∴ $X_L \to \infty$ ∴ $I \to 0$
أى تنعدم أو تكاد تنعدم شدة التيار
وتكون الدائرة كأنها مفتوحة

Look إذا وصل الملف بمصدر مستمر / إذا لف الملف لفاً مزدوجاً ؟
($X_L = 0$)

مثال ملفان الحث الذاتي لأحدهما 4 أمثال الآخر، وصلا على التوازي ثم وصلت المجموعة على التوالي مع مصدر متردد 220V ، وتردده 35Hz ، فمر تيار شدته 2.5A ، احسب معامل الحث الذاتي لكل من الملفين.

الحل

$\because L_1 = 4L_2 \longrightarrow \therefore X_{L_1} = 4X_{L_2}$

$$X_L' = \frac{X_{L_1} X_{L_2}}{X_{L_1} + X_{L_2}} = \frac{4X_{L_2} \cdot X_{L_2}}{4X_{L_2} + X_{L_2}} = \frac{4X_{L_2}}{5}$$

$\because X_L' = \frac{V}{I} = \frac{220}{2.5} = 88\,\Omega$

$\because X_L' = \frac{4X_{L_2}}{5} \Rightarrow \therefore 88 = \frac{4X_{L_2}}{5} \Rightarrow \therefore X_{L_2} = 110\,\Omega$

$\because X_{L_2} = 2\pi f L_2 \Rightarrow 110 = 2\pi \times 35 L_2 \Rightarrow \therefore L_2 = 0.5\,Hen$

$\therefore L_1 = 4L_2 = 4 \times 0.5 = 2\,Hen$

علل) يجب عند توصيل الملفات أن تكون متباعدة عن بعضها؟!
لتجنب وجود الحث المتبادل بينهما.

تلخيص القوانين

$X_L = \omega L = 2\pi f L$

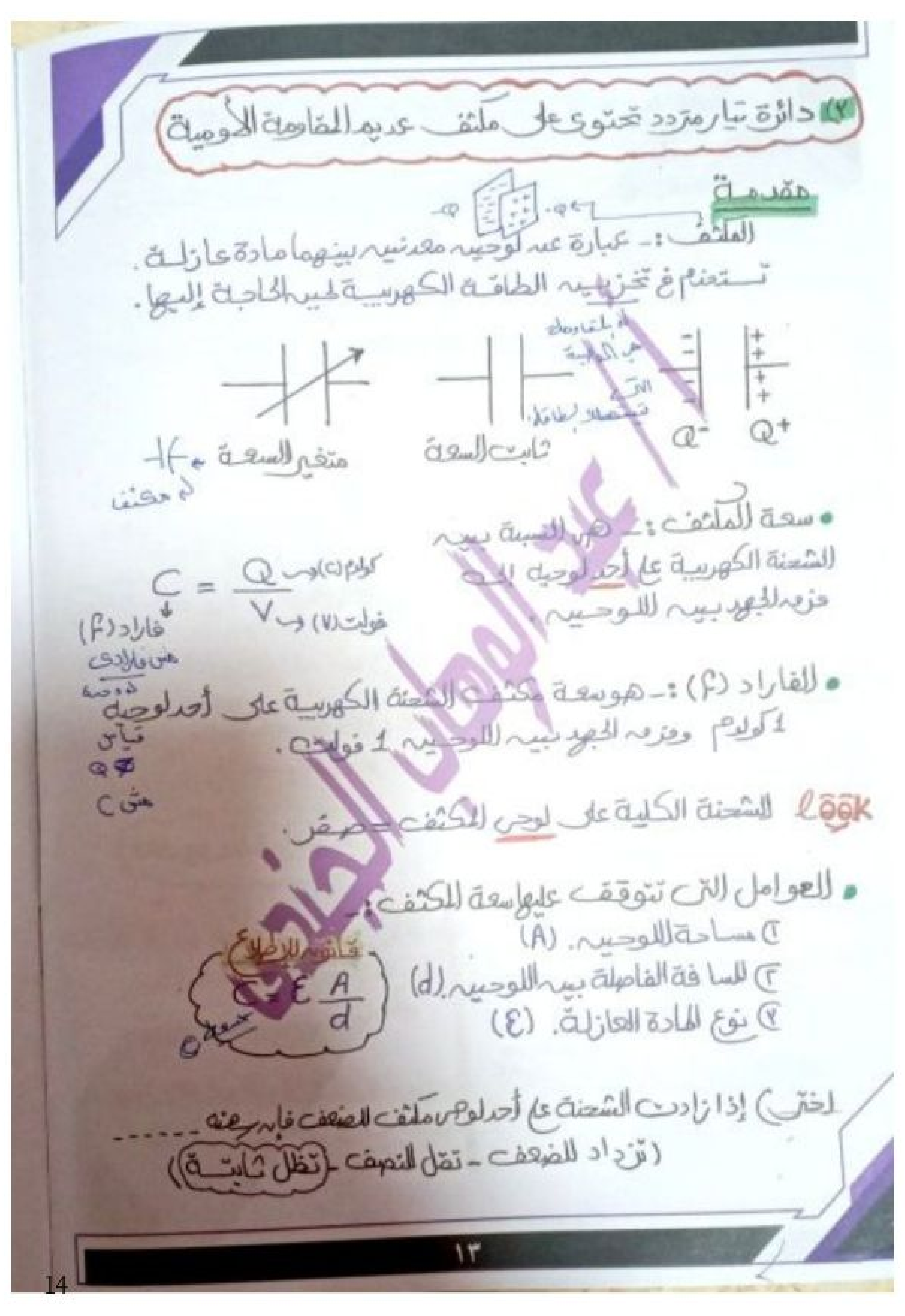
$L = \frac{\mu N^2 A}{\ell}$

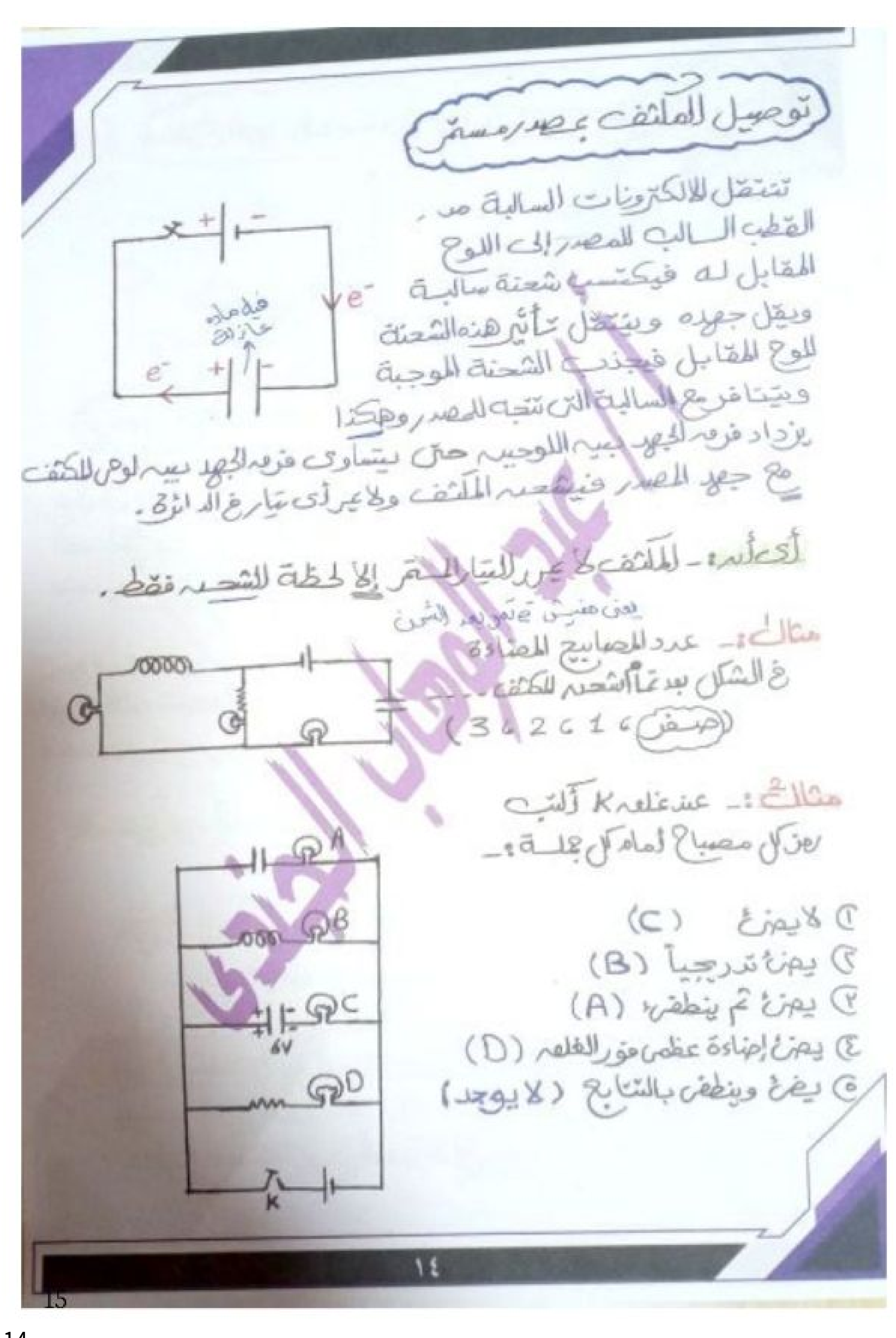
$emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ ← معدل التغير في التيار (معدل نمو التيار)

$\frac{X_{L_1}}{X_{L_2}} = \frac{f_1 \cdot L_1}{f_2 \cdot L_2}$

$I = \frac{V}{X_L}$

* التوالي والتوازي :-
للملفات نفس المقاومات عادي سواء في L أو X_L


٢) دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف عديم المقاومة الأومية
مقدمة
المكثف :- عبارة عن لوحين معدنيين بينهما مادة عازلة.
تستخدم في تخزين الطاقة الكهربية لحين الحاجة إليها.
متغير السعة
ثابت السعة
Q⁻ Q⁺
• سعة المكثف :- هي النسبة بين الشحنة الكهربية على أحد لوحيه إلى فرق الجهد بين اللوحين.
C = Q / V
كولوم (C)
فولت (V)
فاراد (F)
• الفاراد (F) :- هو سعة مكثف الشحنة الكهربية على أحد لوحيه 1 كولوم وفرق الجهد بين اللوحين 1 فولت.
look الشحنة الكلية على لوحي المكثف = صفر.
• العوامل التي تتوقف عليها سعة المكثف :-
١) مساحة اللوحين. (A)
٢) المسافة الفاصلة بين اللوحين (d)
٣) نوع المادة العازلة. (ε)
قانون للاطلاع
C = ε A / d
اختر) إذا زادت الشحنة على أحد لوحي مكثف للضعف فإن سعته ......
(تزداد للضعف - تقل النصف - تظل ثابتة)
١٣
14



توصيل المكثف بمصدر مستمر

تنتقل الالكترونات السالبة من القطب السالب للمصدر إلى اللوح المقابل له فيكتسب شحنة سالبة ويقل جهده وينتقل تأثير هذه الشحنة للوح المقابل فيجذب الشحنة الموجبة ويتنافر مع السالبة التي تتجه للمصدر وهكذا يزداد فرق الجهد بين اللوحين حتى يتساوى فرق الجهد بين لوحي المكثف مع جهد المصدر فيشحن المكثف ولا يمر أي تيار في الدائرة.

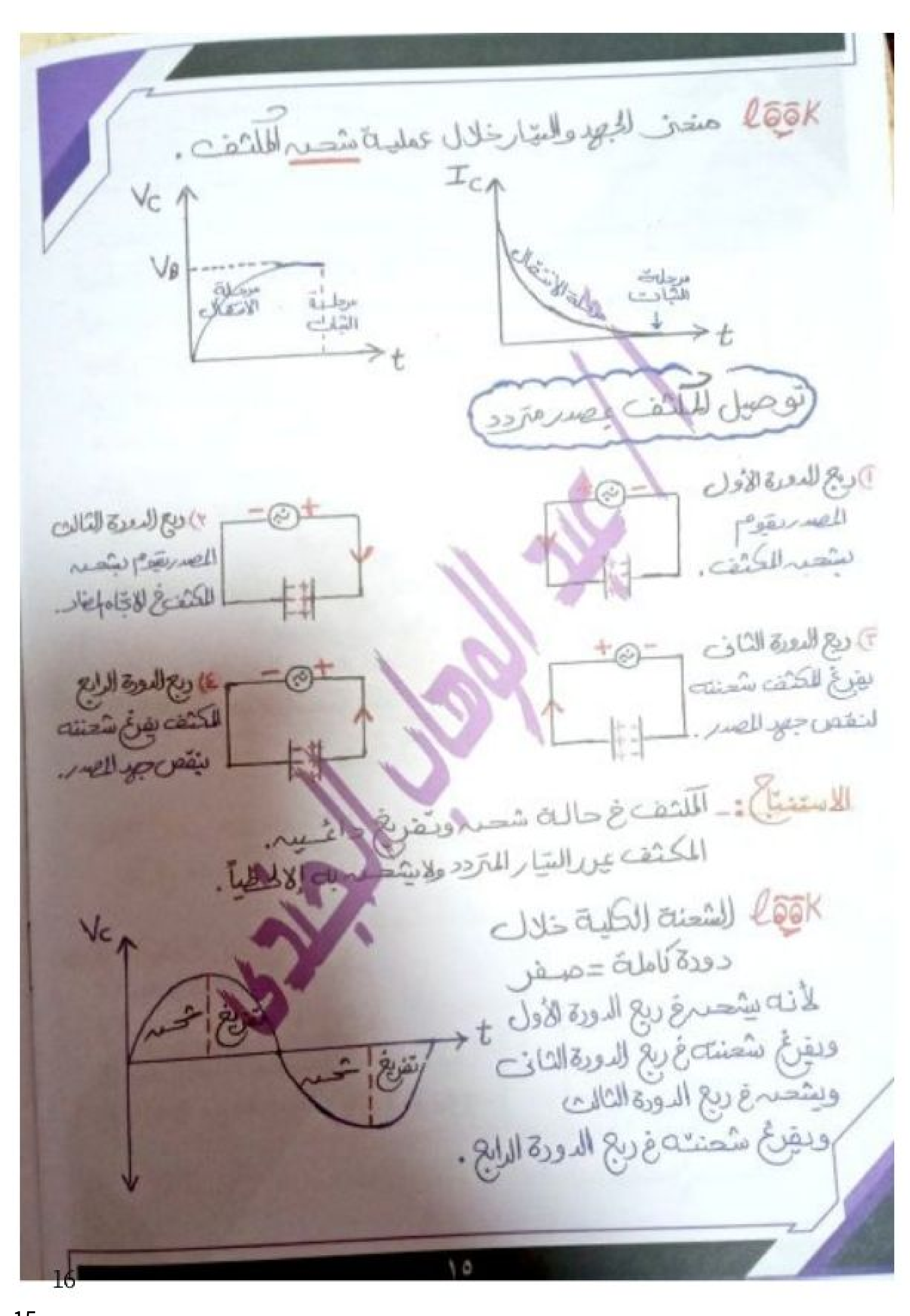
أي أنه: - المكثف لا يمرر التيار المستمر إلا لحظة الشحن فقط.

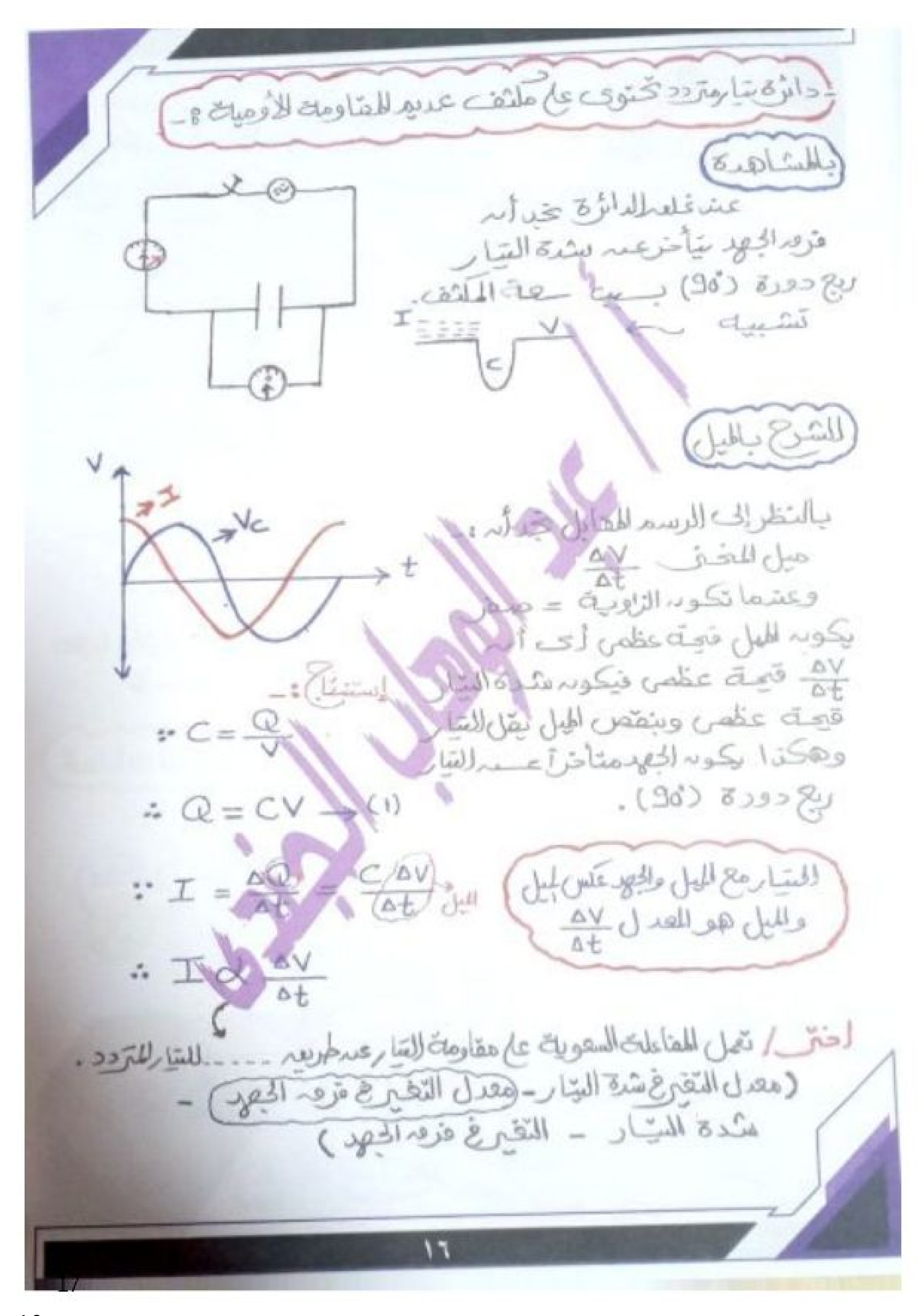
يعني مفيش e تمر بعد الشحن

مثال: - عدد المصابيح المضاءة في الشكل بعد تمام الشحن للمكثف ... (3، 2، 1، صفر)

مثال: - عند غلق K أكتب رمز كل مصباح أمام كل جملة: -

١ لا يضيء (C)
٢ يضيء تدريجياً (B)
٣ يضيء ثم ينطفئ (A)
٤ يضيء إضاءة عظمى فور الغلق (D)
٥ يضيء وينطفئ بالتتابع (لا يوجد)


look منحنى الجهد والتيار خلال عملية شحن المكثف .
Vc
VB
مرحلة الانتقال
مرحلة الثبات
t
Ic
مرحلة الانتقال
مرحلة الثبات
t
توصيل المكثف بمصدر متردد
١) ربع الدورة الأول
المصدر يقوم بشحن المكثف .
٣) ربع الدورة الثالث
المصدر يقوم بشحن المكثف في الاتجاه المضاد .
٢) ربع الدورة الثاني
يفرغ المكثف شحنته لنقص جهد المصدر .
٤) ربع الدورة الرابع
المكثف يفرغ شحنته بنقص جهد المصدر .
الاستنتاج :- المكثف في حالة شحن وتفريغ دائمين .
المكثف يمرر التيار المتردد ولا يشحن إلا لحظياً .
Vc
شحن
تفريغ
شحن
تفريغ
t
look الشحنة الكلية خلال
دورة كاملة = صفر
لأنه يشحن في ربع الدورة الأول
ويفرغ شحنته في ربع الدورة الثاني
ويشحن في ربع الدورة الثالث
ويفرغ شحنته في ربع الدورة الرابع .
١٥
16



دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف عديم المقاومة الأومية ؟-

بالمشاهدة

عند غلق الدائرة نجد أن فرق الجهد يتأخر عن شدة التيار ربع دورة (90°) بسبب سعة المكثف.

تشبيه

الشرح بالميل

بالنظر إلى الرسم المقابل نجد أن :- ميل المنحنى $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ وعندما تكون الزاوية = صفر يكون الميل قيمة عظمى أي أن $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ قيمة عظمى فيكون شدة التيار قيمة عظمى وبنقص الميل يقل التيار وهكذا يكون الجهد متأخراً عن التيار ربع دورة (90°).

استنتاج :-

$\because C = \frac{Q}{V}$

$\therefore Q = CV \rightarrow (1)$

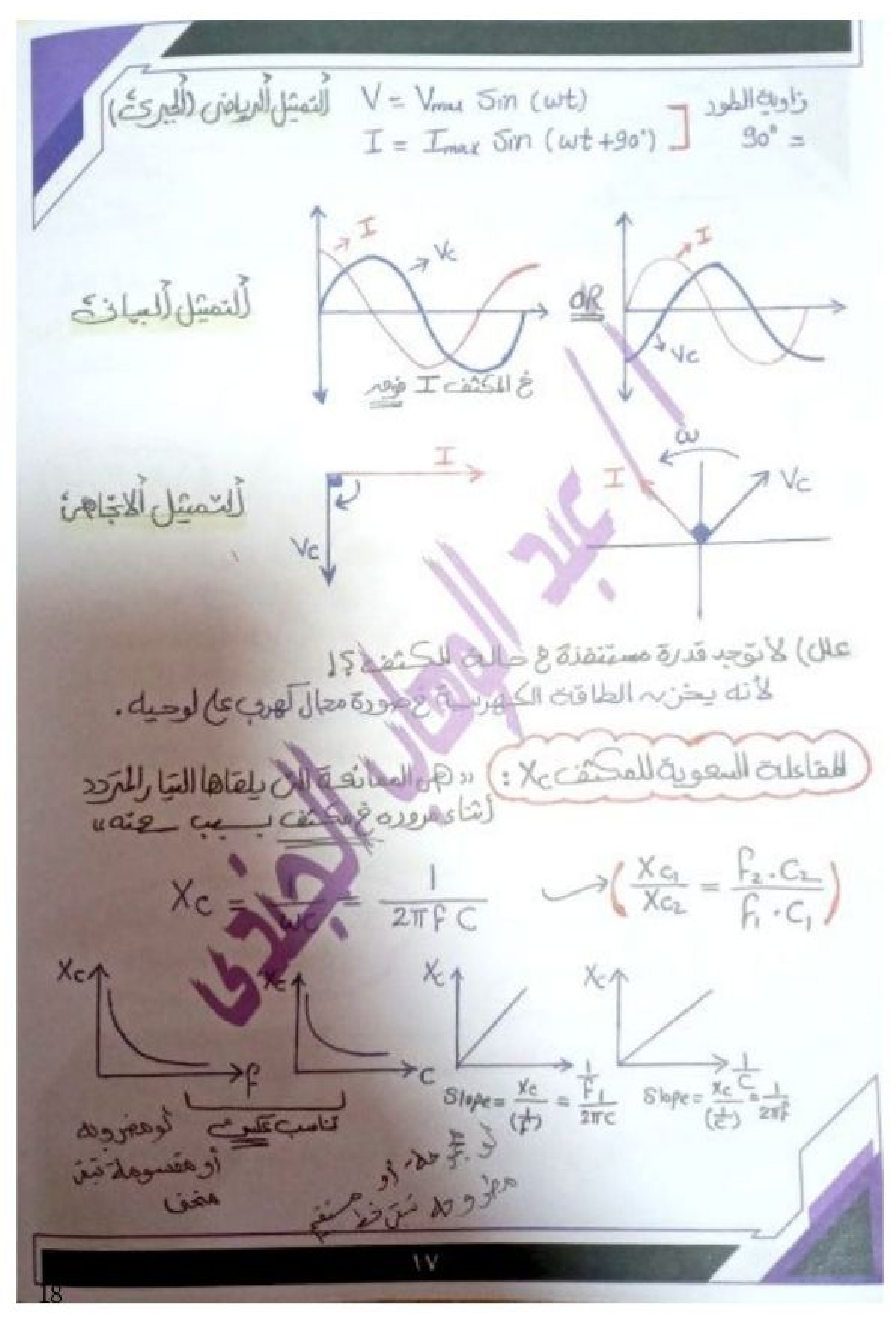
$\because I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = C\frac{\Delta V}{\Delta t}$ (الميل)

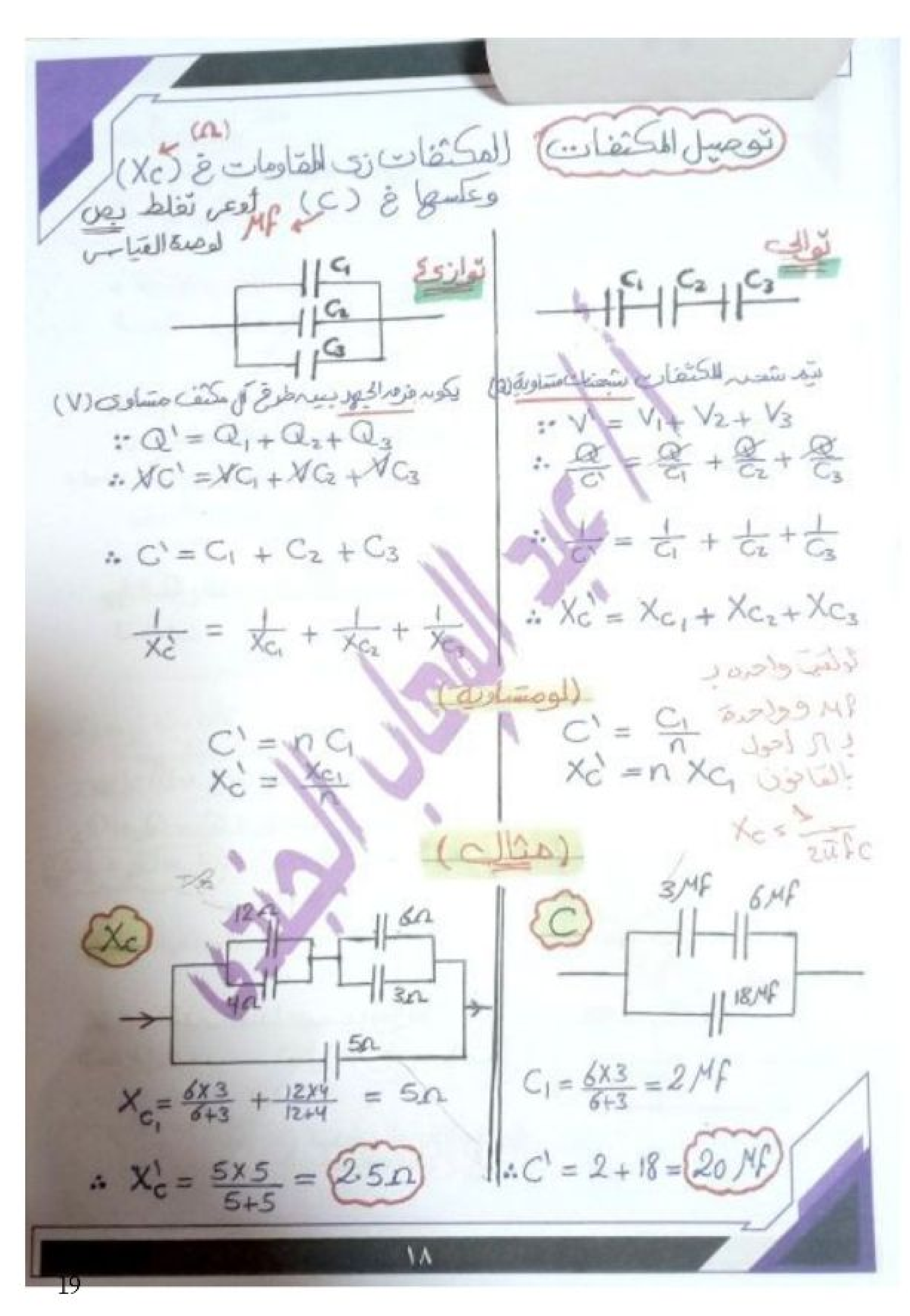
$\therefore I \propto \frac{\Delta V}{\Delta t}$

التيار مع الميل والجهد عكس الميل والميل هو المعدل $\frac{\Delta V}{\Delta t}$

اختر/ تعمل المفاعلة السعوية على مقاومة التيار عن طريق ...... للتيار المتردد.

(معدل التغير في شدة التيار - معدل التغير في فرق الجهد - شدة التيار - التغير في فرق الجهد)


التمثيل الرياضي (الجبري)
V = Vmax Sin (wt)
I = Imax Sin (wt+90°)
زاوية الطور
90° =
التمثيل البياني
I
Vc
OR
التمثيل الاتجاهي
ω
علل) لا توجد قدرة مستنفذة في حالة المكثف؟!
لأنه يخزن الطاقة الكهربية في صورة مجال كهربي على لوحيه.
المفاعلة السعوية للمكثف Xc :
"هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد أثناء مروره في مكثف بسبب سعته"
Xc = 1/ωC = 1/2πfC
Xc1/Xc2 = f2 . C2 / f1 . C1
Xc
f
C
1/C
Slope = Xc/(1/C) = 1/2πf
تناسب عكسي
١٧



توصيل المكثفات

المكثفات زي المقاومات في (X_C) (Ω) وعكسها في (C) ← μF أوعى تغلط بين لوحدة القياس

توالي

C_1 C_2 C_3

يتم شحن المكثفات بشحنات متساوية (Q)

$\because V' = V_1 + V_2 + V_3$

$\therefore \frac{Q}{C'} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$

$\therefore \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

$\therefore X_C' = X_{C_1} + X_{C_2} + X_{C_3}$

(لو متساوية)

$C' = \frac{C_1}{n}$

$X_C' = n X_{C_1}$

لو لقيت واحدة بـ μF وواحدة بـ Ω أحول بالقانون $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

توازي

C_1 C_2 C_3

يكون فرق الجهد بين طرفي أي مكثف متساوي (V)

$\because Q' = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$\therefore VC' = VC_1 + VC_2 + VC_3$

$\therefore C' = C_1 + C_2 + C_3$

$\frac{1}{X_C'} = \frac{1}{X_{C_1}} + \frac{1}{X_{C_2}} + \frac{1}{X_{C_3}}$

(لو متساوية)

$C' = n C_1$

$X_C' = \frac{X_{C_1}}{n}$

(مثال)

C

3μF، 6μF، 18μF

$C_1 = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2\,\mu F$

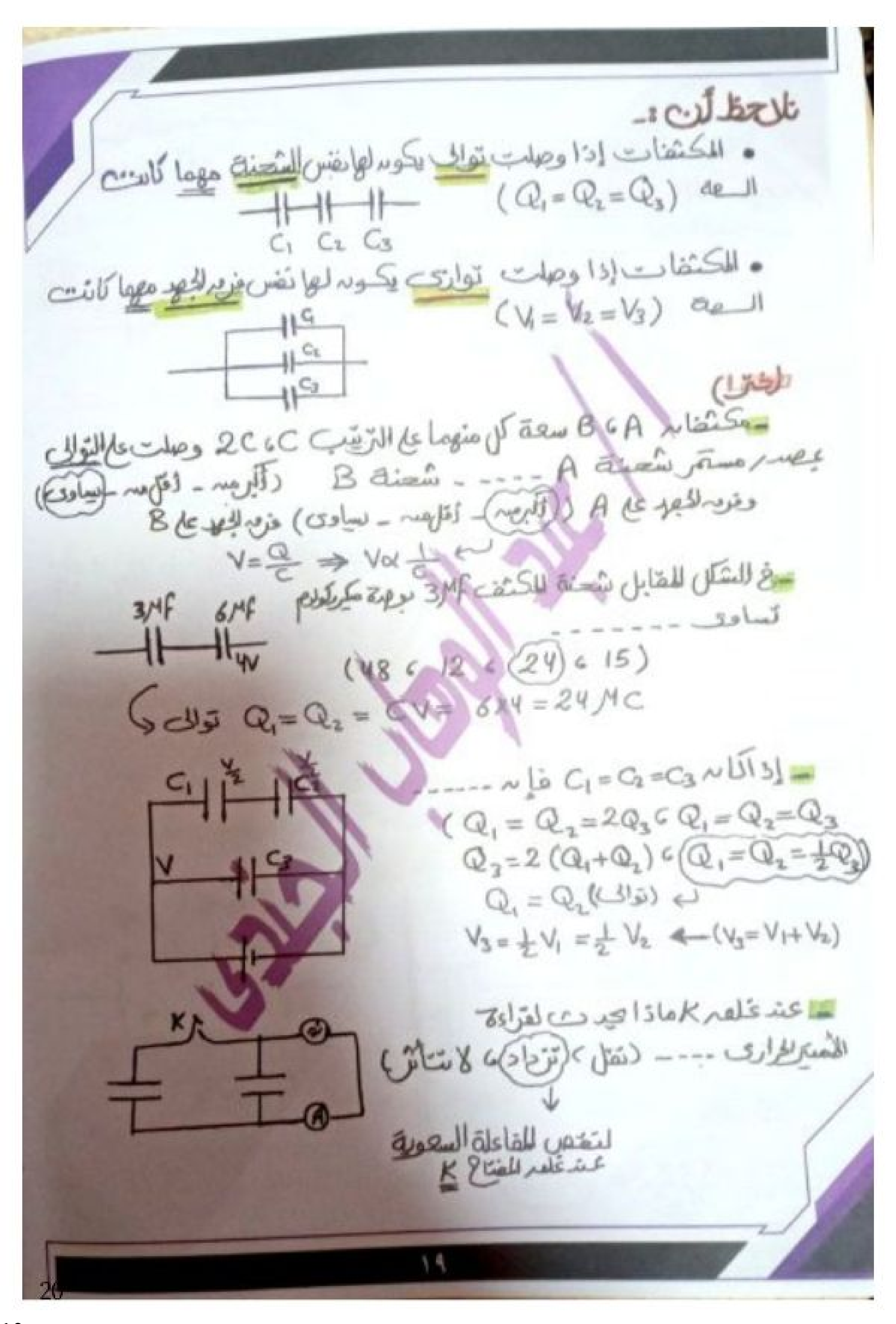
$\therefore C' = 2 + 18 = 20\,\mu F$

X_C

12Ω، 4Ω، 6Ω، 3Ω، 5Ω

$X_{C_1} = \frac{6 \times 3}{6+3} + \frac{12 \times 4}{12+4} = 5\,\Omega$

$\therefore X_C' = \frac{5 \times 5}{5+5} = 2.5\,\Omega$



نلاحظ أن :-

- المكثفات إذا وصلت توالي يكون لها نفس الشحنة مهما كانت السعة $(Q_1 = Q_2 = Q_3)$

$C_1 \quad C_2 \quad C_3$

- المكثفات إذا وصلت توازي يكون لها نفس فرق الجهد مهما كانت السعة $(V_1 = V_2 = V_3)$

(أختر)

- مكثفان A ، B سعة كل منهما على الترتيب C ، $2C$ وصلت على التوالي بمصدر مستمر شحنة A .... شحنة B (أكبر من - أقل من - تساوي)
وفرق الجهد على A (أكبر من - أقل من - تساوي) فرق الجهد على B

$V = \frac{Q}{C} \Rightarrow V \propto \frac{1}{C}$

- في الشكل المقابل شحنة المكثف $3\mu F$ بوحدة ميكروكولوم تساوي ....

$3\mu F \quad 6\mu F \quad 4V$

$(48 ، 12 ، 24 ، 15)$

توالي $Q_1 = Q_2 = CV = 6 \times 4 = 24 \mu C$

- إذا كان $C_1 = C_2 = C_3$ فإن ....

$Q_1 = Q_2 = 2Q_3$ ، $Q_1 = Q_2 = Q_3$
$Q_3 = 2(Q_1 + Q_2)$ ، $Q_1 = Q_2 = \frac{1}{2} Q_3$

$Q_1 = Q_2$ (توالي)

$V_3 = \frac{1}{2} V_1 = \frac{1}{2} V_2 \leftarrow (V_3 = V_1 + V_2)$

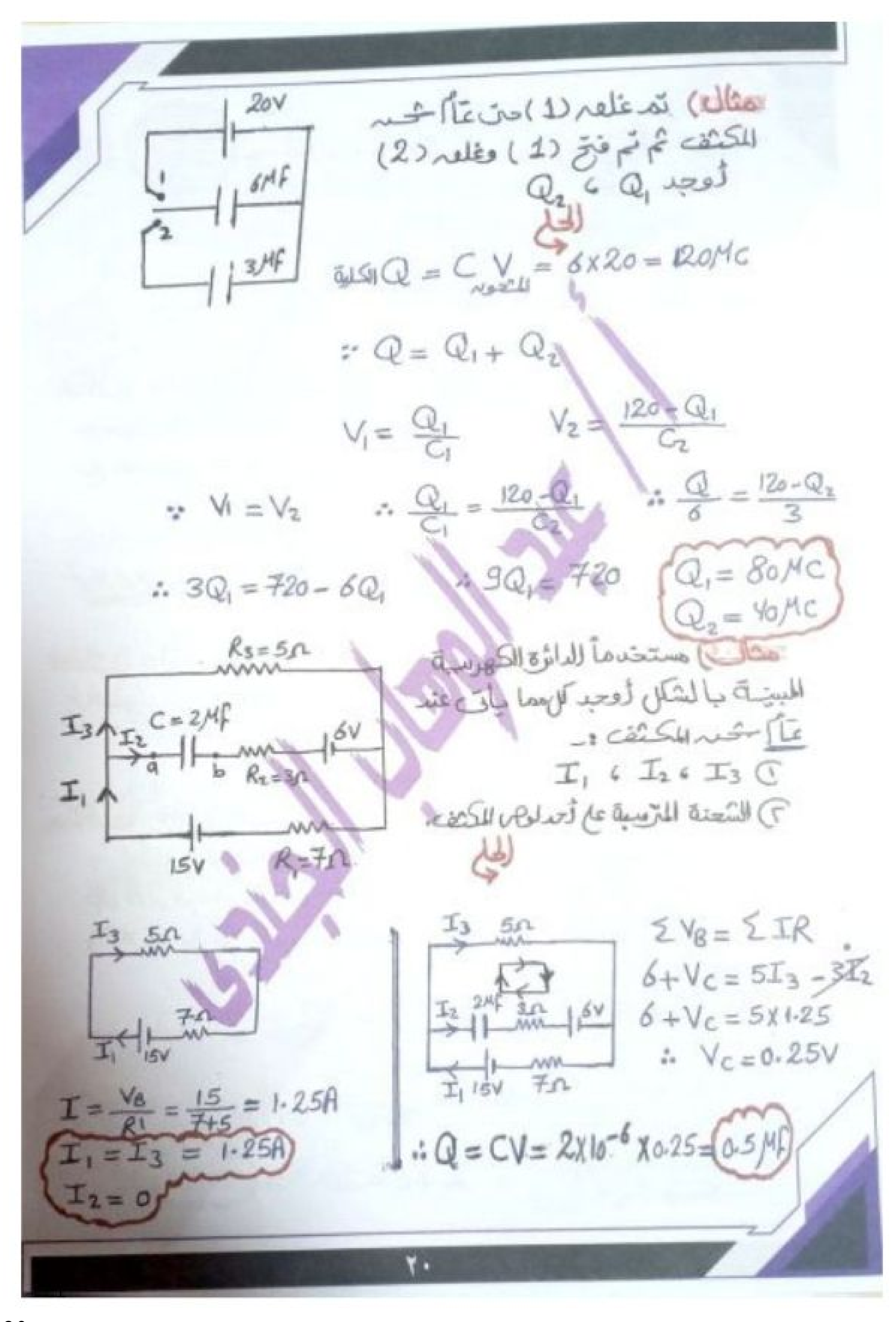
$C_1 \quad \frac{V}{2} \quad C_2 \quad C_3 \quad V$

- عند غلق K ماذا يحدث لقراءة الأميتر الحراري .... (تقل ، تزداد ، لا تتأثر)

لتفرغ المكثف عند غلق المفتاح K للفاصلة السعوية

K

19



مثال) تم غلق (1) حتى تمام شحن المكثف ثم تم فتح (1) وغلق (2) أوجد Q_1 ، Q_2

الحل

$Q_{\text{الكلية}} = C\,V_{\text{للمصدر}} = 6 \times 20 = 120\,\mu C$

$\because Q = Q_1 + Q_2$

$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \qquad V_2 = \frac{120 - Q_1}{C_2}$

$\because V_1 = V_2 \qquad \therefore \frac{Q_1}{C_1} = \frac{120 - Q_1}{C_2} \qquad \therefore \frac{Q}{6} = \frac{120 - Q_2}{3}$

$\therefore 3Q_1 = 720 - 6Q_1 \qquad \therefore 9Q_1 = 720$

$Q_1 = 80\,\mu C$

$Q_2 = 40\,\mu C$

مثال) مستخدماً الدائرة الكهربية المبينة بالشكل أوجد كلاً مما يأتي عند تمام شحن المكثف:

① I_1 ، I_2 ، I_3

② الشحنة المترسبة على أحد لوحي المكثف

الحل

$I = \frac{V_B}{R'} = \frac{15}{7+5} = 1.25A$

$I_1 = I_3 = 1.25A$

$I_2 = 0$

$\sum V_B = \sum IR$

$6 + V_C = 5I_3 - 3I_2$

$6 + V_C = 5 \times 1.25$

$\therefore V_C = 0.25V$

$\therefore Q = CV = 2 \times 10^{-6} \times 0.25 = 0.5\,\mu f$

look مسائل كيرشوف ← لو لما تلاقي في المكثف شيل الفرع اللي هو فيها وحل المسألة عادي وبعدين رجع الفرع تاني وطبقه كيرشوف على الفرع وحط التيار بصفر

↓

بعد ما الشحن المكثف بيفتح الدائرة ($Q = CV$)

مثال) مكثفان سعتيهما $8\mu f$ ، $5\mu f$ وصلا معاً على التوازي مع مصدر تيار، فإذا كانت الشحنة على المكثف الأول هي $50\mu C$ فإن الشحنة على المكثف الثاني تكون ....

($30\mu C$ - $130\mu C$ - $50\mu C$ - $80\mu C$)

$50\mu C$، $5\mu f$، $8\mu f$

∵ التوصيل على التوازي (تتساوى فرق الجهد) $V_1 = V_2$

$\frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$ $\frac{50}{5} = \frac{Q_2}{8}$ ∴ $Q_2 = 80\mu C$

مثال) دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف ثابت السعة فإن الفرق في الطور بين الشحنة على المكثف وفرق الجهد بين لوحيه يكون ....

($180°$ - $90°$ - $70°$ - صفر)

← الشحنة والجهد متفقين في الطور.

مثال) في الشكل الموضح :-

إذا كانت قيمة التيار الفعال المار في الدائرة هي $2A$ فإن قيمة سعة المكثف C تساوي ....

($50\mu f$ - $20\mu f$ - $10\mu f$ - $15\mu f$)

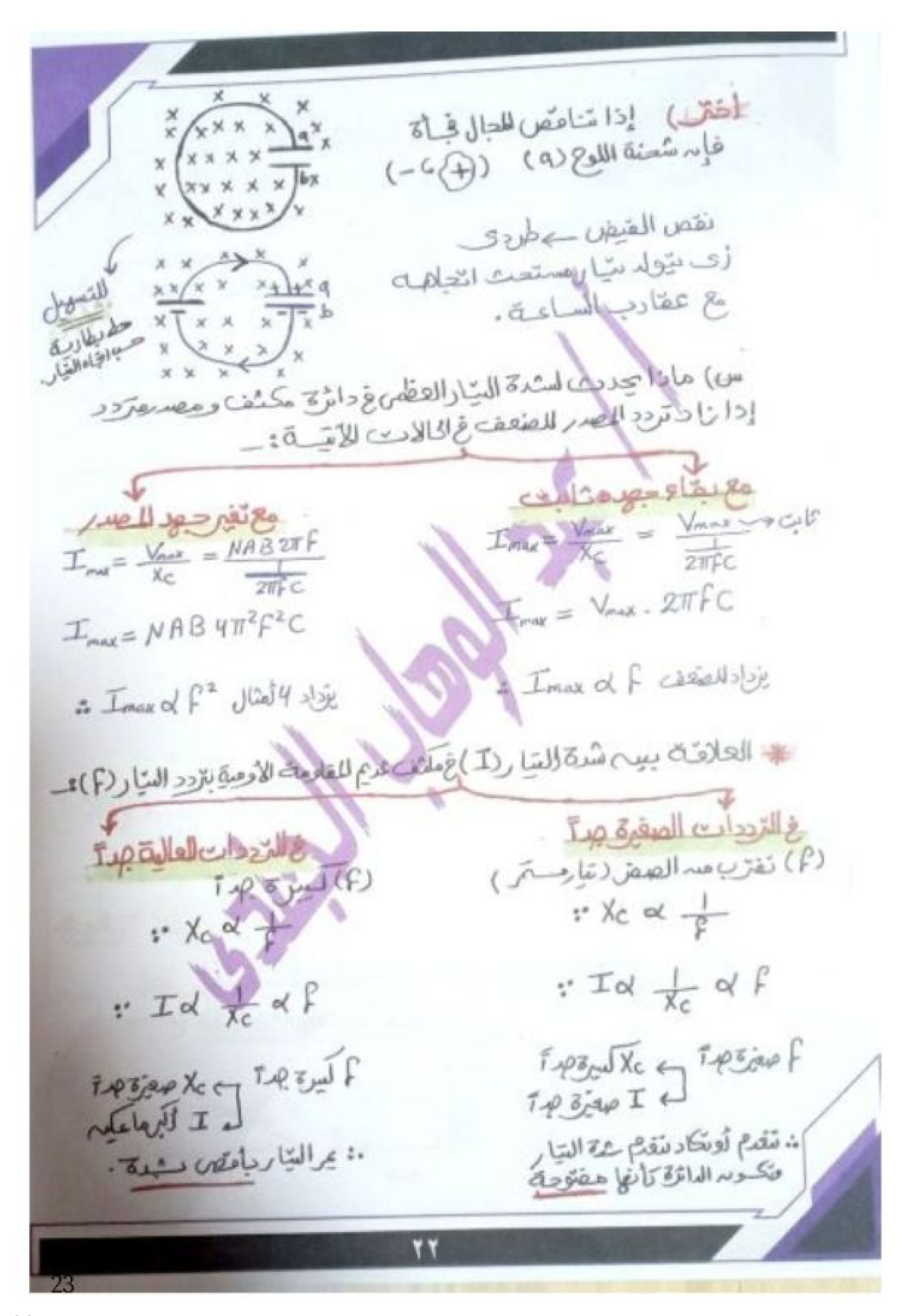
$30\mu f$، $15\mu f$، C

$f = \frac{100}{\pi} HZ$ ، $V = 500V$

∵ $X_C = \frac{V}{I} = \frac{500}{2} = 250\,\Omega$

∵ $X_{C'} = \frac{1}{2\pi f C'}$ ⇒ $C' = \frac{1}{2\pi f X_{C'}} = \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 250} = 20\mu f$

∵ $C_1 = \frac{30 \times 15}{30 + 15} = 10\mu f$ ∵ $10 + C = 20$ ∴ $C = 10\mu f$



أفكر) إذا تناقص المجال فجأة فإن شحنة اللوح (a) (+ ، -)

نقص الفيض ← طردي
زي يتولد تيار مستحث اتجاهه مع عقارب الساعة.

س) ماذا يحدث لشدة التيار العظمى في دائرة مكثف ومصدر متردد إذا زاد تردد المصدر للضعف في الحالات الآتية :-

مع بقاء جهده ثابت

$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C} = \frac{V_{max}}{\frac{1}{2\pi f C}}$ ثابت

$I_{max} = V_{max} \cdot 2\pi f C$

$\therefore I_{max} \propto f$ يزداد للضعف

مع تغير جهد المصدر

$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C} = \frac{NAB\,2\pi f}{\frac{1}{2\pi f C}}$

$I_{max} = NAB\,4\pi^2 f^2 C$

$\therefore I_{max} \propto f^2$ يزداد 4 أمثال

* العلاقة بين شدة التيار (I) في مكثف عديم المقاومة الأومية بتردد التيار (f) :-

في الترددات الصغيرة جداً

(f) تقترب من الصفر (تيار مستمر)

$\therefore X_C \propto \frac{1}{f}$

$\therefore I \propto \frac{1}{X_C} \propto f$

f صغيرة جداً ← X_C كبيرة جداً ← I صغيرة جداً

∴ تنعدم أو تكاد تنعدم شدة التيار وتكون الدائرة كأنها مفتوحة

في الترددات العالية جداً

(f) كبيرة جداً

$\therefore X_C \propto \frac{1}{f}$

$\therefore I \propto \frac{1}{X_C} \propto f$

f كبيرة جداً ← X_C صغيرة جداً ← I أكبر ما يمكن

∴ يمر التيار بأقصى شدة.

«المعاوقة Z»

«هى محصلة المقاومة والمفاعلة عند توصيلهما معاً على التوالى فى دائرة تيار متردد»

٤) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية وملف RL

$$V^2 = V_R^2 + V_L^2$$

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$IZ = \sqrt{I^2R^2 + I^2X_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$$

$$\cos\theta = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z}$$

$$\sin\theta = \frac{V_L}{V} = \frac{X_L}{Z}$$

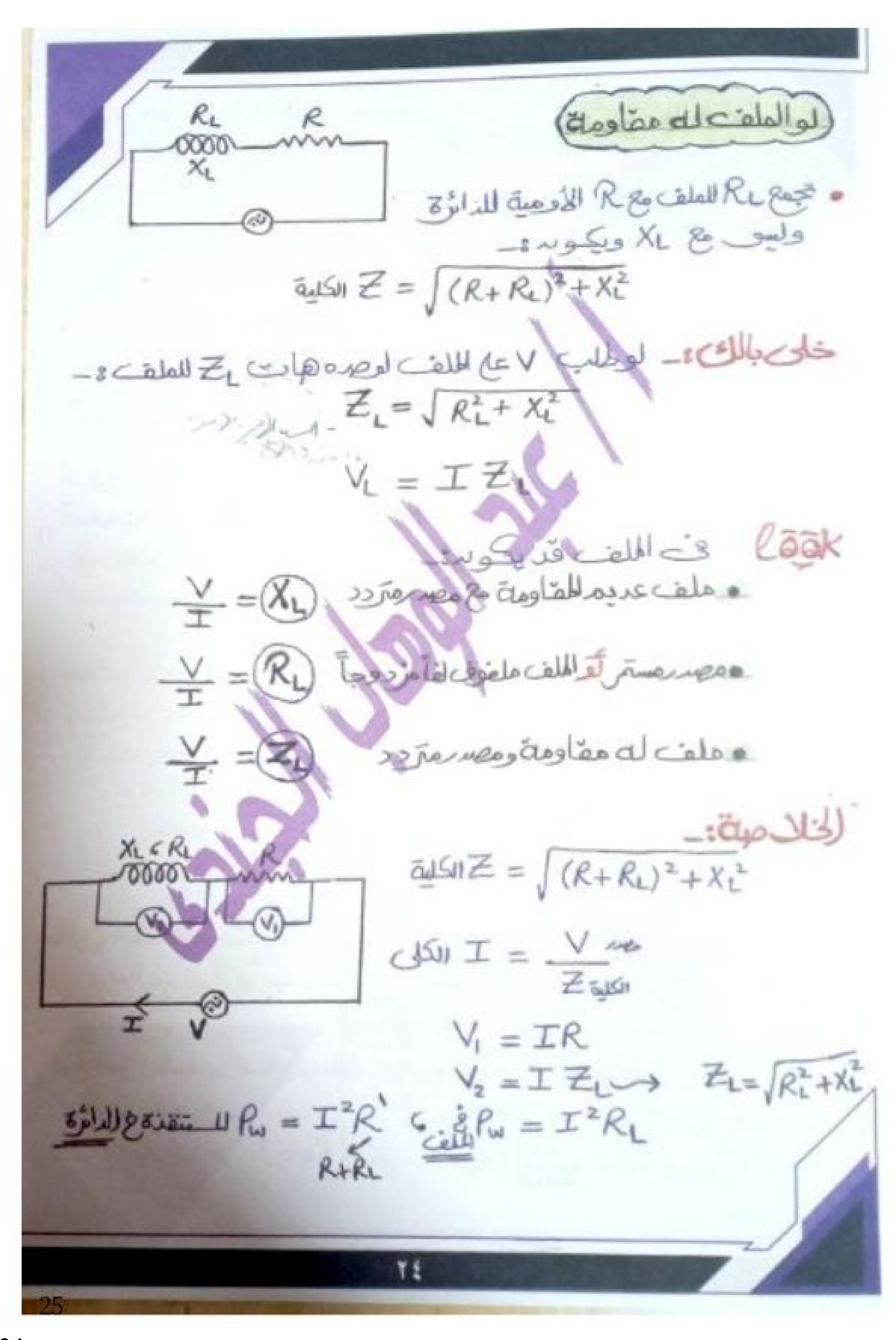
يتبين أن الجهد الكلى يتقدم عن التيار فى الطور بزاوية θ

look لو كان (V) أو (Z) معطى نشتغل Sin ، Cos عادى.

خلى بالك $P_w = I^2R$ ، $I = \frac{V}{Z}$ الكلى

اختر) أى الأشكال الآتية تعبر عن متجهى التيار والجهد الكهربى فى دائرة كهربية تحتوى على ملف حث ومقاومة أومية وبطارية ....

(أ) (ب) (ج) عشان البطارية (د)



لو الملف له مقاومة

R_L ، R ، X_L

• تجمع R_L للملف مع R الأومية للدائرة وليس مع X_L ويكون:

$$Z_{\text{الكلية}} = \sqrt{(R+R_L)^2 + X_L^2}$$

خلي بالك: لو طلب V على الملف لوحده هات Z_L للملف:

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

$$V_L = I Z_L$$

ملحوظة: في الملف قد يكون:

• ملف عديم المقاومة مع مصدر متردد $\frac{V}{I} = X_L$

• مصدر مستمر أو الملف ملفوف لفاً مزدوجاً $\frac{V}{I} = R_L$

• ملف له مقاومة ومصدر متردد $\frac{V}{I} = Z_L$

الخلاصة:

X_L ، R_L ، R ، V_1 ، V_2 ، I ، V

$$Z_{\text{الكلية}} = \sqrt{(R+R_L)^2 + X_L^2}$$

$$I_{\text{الكلي}} = \frac{V_{\text{مصدر}}}{Z_{\text{الكلية}}}$$

$$V_1 = IR$$

$$V_2 = I Z_L \rightarrow Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

للمستنفذ في الدائرة $P_w = I^2 R'$ ($R' = R + R_L$) ، في الملف $P_w = I^2 R_L$

مثال) ملف حث وصل بمصدر مستمر جهده 12V فمر تيار 1A وعندما وصل بمصدر متردد 12V مر تيار 0.6A أوجد المفاعلة الحثية للملف

الحل

مصدر مستمر $R_L = \frac{V}{I} = \frac{12}{1} = 12\ \Omega$

مصدر متردد $Z_L = \frac{V}{I} = \frac{12}{0.6} = 20\ \Omega$

$\because Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$ $\therefore (20)^2 = (12)^2 + X_L^2$ $\therefore X_L = 16\ \Omega$

اختر) ملف حث وصل في دائرة تيار متردد فكانت القدرة المستنفذة به 400 watt وشدة التيار به 10A وجهد المصدر المتردد 50V وتردده 50 HZ فإن معامل الحث الذاتي له ....

(0.0095 - 0.127 - 0.0159 - غير ذلك)

$\because P_w = I^2 R_L$

$400 = 10^2 R_L$

$R_L = 4\ \Omega$

للملف $Z_L = \frac{V}{I} = \frac{50}{10} = 5\ \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$5^2 = 4^2 + X_L^2$

$X_L = 3\ \Omega$

$\because X_L = 2\pi f L$

$3 = 2\pi \times 50 L$

$\therefore L = 0.0095\ Hen$

اختر) ملف معامل حثه الذاتي 0.5 Hen ومقاومته الأومية 10 Ω مر به تيار مستمر 2A فإن فرق الجهد بين طرفيه ....

(1 ، 0.2 ، 5 ، 20 ، صفر)

$V = I R_L = 2 \times 10 = 20V$

في السؤال السابق عندما يكون للملف عديم المقاومة الأومية فيكون فرق الجهد بين طرفي الملف ....

(1 ، 0.2 ، 5 ، 20 ، صفر)

التيار المستمر $(f = 0) \longleftarrow (X_L = 0)$ عديم المقاومة $(R_L = 0) \longrightarrow V_L = 0$

اختر) دائرة كهربية تحتوى على مصدر تيار متردد وملف معاملة الحث ($X_L = 2R$) ضعف مقاومته الأومية فتكون زاوية الطور بين الجهد الكلى والتيار.....
($26.56°$ ، $60°$ ، $30.7°$ ، $63.4°$)

$$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{2R}{R} = 2 \qquad \therefore \theta = 63.4°$$

- دائرة تيار متردد بها ملف حث متى تكون زاوية الطور
① $90°$ ← ملف حث عديم المقاومة.
② صفر ← الملف ملفوف لفاً مزدوجاً.
③ حادة ($0° < \theta < 90°$) ← الملف له مقاومة.

- فى الشكل فرق الجهد الكلى يكون مساوياً فرق جهد على (P) + فرق الجهد على (ب) وذلك يكون (ب) هو.........
(مقاومة - ملف - مكثف - بطارية)

- أى كميتين زى بعض «جمع عادى» (ملفين ، مقاومتين ، مكثفين)
- مش زى بعض «جمع إتجاهى فيثاغورث» (مقاومة ، ملف غير نقى)

مثال) دينامو يعطى جهده بالعلاقة $V = 200 \sin \omega t$ وصل بملف معاملة الحث 3Ω ومقاومة 4Ω احسب القدرة المستنفذة فى الدائرة.

الحل

$V = 200 \sin \omega t$
$V = V_{max} \sin \omega t$
$\therefore V_{max} = 200 V$
$\therefore V_{eff} = \frac{200}{\sqrt{2}} V$

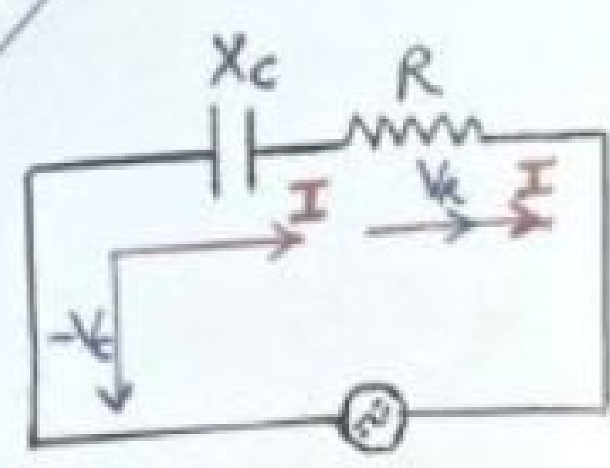
$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$

$I = \frac{V_{eff}}{Z} = \frac{200}{\sqrt{2}} \div 5 = 28.28 A$

$\therefore P_w = I^2 R = (28.28)^2 \times 4 = 3200$ watt

حل آخر
$V_R = IR = 28.28 \times 4 = 113.13 V$
$P_w = \frac{V_R^2}{R} = \frac{(113.13)^2}{4} = 3200 W$

٥) دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة أومية ومكثف RC



$$V^2 = V_R^2 + V_C^2$$

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$IZ = \sqrt{I^2R^2 + I^2X_C^2}$$

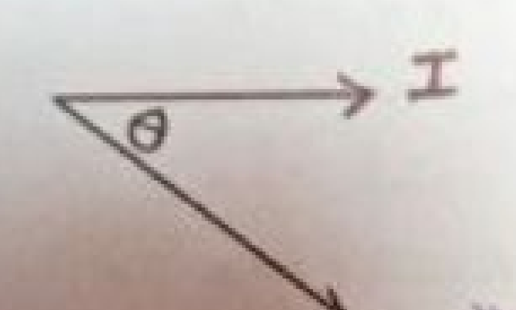
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-X_C}{R}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{(Z)}$$

$$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{-V_C}{(V)} = \frac{-X_C}{(Z)}$$

look • لو كان (V) أو (Z) معطى نشتغل Sin ، Cos عادي



بيبين أن الجهد الكلي يتخلف عن التيار في الطور بزاوية θ

• الزاوية سالبة والسالب يعني أن الجهد يتأخر عن التيار.

خلي بالك P_w الكلية $= I^2R$ ، I الكلي $= \frac{V}{Z}$

لخص) إذا كان متجهي الجهد V ، V_R في دائرة تحتوي على مقاومة أومية ومكثف ومصدر تيار متردد متصلين معاً على التوالي كما هو موضح بالشكل فإن ....

V_R ، 30° ، V

$\left(\frac{V_C}{V_R} = \frac{1}{2}\right.$ ، $\frac{R}{X_C} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ، $\boxed{\frac{Z}{R} = \frac{2\sqrt{3}}{3}}$ ، لا توجد إجابة صحيحة)

$$\therefore \cos\theta = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z} \qquad \therefore \frac{Z}{R} = \frac{1}{\cos 30} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

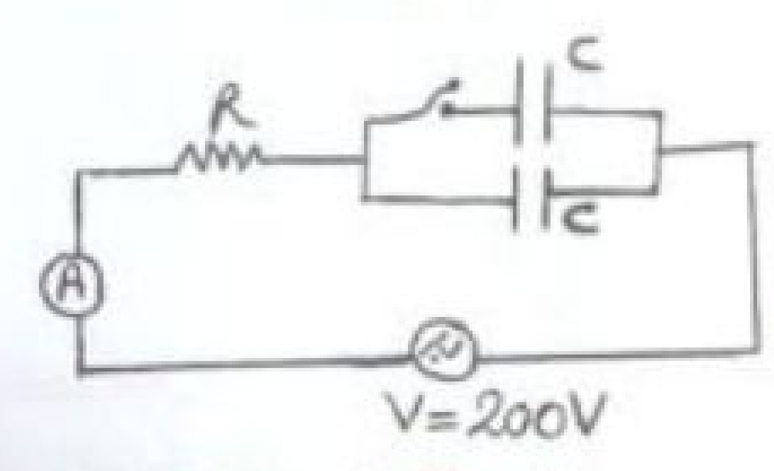
س) عند تردد (f) كانت $X_C = R$ في دائرة (RC) إذا زاد التردد للضعف (2f) فإن المعاوقة ....

(تزداد للضعف ، تقل للنصف ، تصبح **1.1R** ، لا توجد إجابة صحيحة)

قبل $\because Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2}\, R$

عند زيادة التردد للضعف $\because X_C \propto \frac{1}{f} \Rightarrow \therefore X_{C_2} = \frac{1}{2} X_{C_1} = \frac{1}{2} R$

بعد $\therefore Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{2}R)^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} R = 1.1R$



س) في الدائرة الموضحة إذا كانت شدة التيار الفعال المار في الدائرة في حالة فتح المفتاح K هي 0.2A احسب شدة التيار الفعال في حالة غلق المفتاح K

ج)

المفتاح K مفتوح

$Z = \frac{V}{I} = \frac{200}{0.2} = 10^3\, \Omega$

$Z^2 = R^2 + X_C^2$

$(10^3)^2 = (500)^2 + X_C^2$

$X_C = 866.03\, \Omega$

المفتاح K مغلق

$(X_C) = \frac{X_C}{2} = \frac{866.03}{2} = 433.015\, \Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

$= \sqrt{(500)^2 + (433.015)^2} = 661.4\, \Omega$

$\therefore I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{661.4} = 0.3A$

فكرة يمكن تغير زاوية الطور في حالة الملف مع المقاومة أو المكثف مع المقاومة كالآتي

دائرة RC $\tan\theta = \frac{X_C}{R}$

$\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{X_{C_1} R_2}{X_{C_2} R_1} = \frac{f_2 C_2 R_2}{f_1 C_1 R_1}$

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

دائرة RL $\tan\theta = \frac{X_L}{R}$

$\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{X_{L_1} R_2}{X_{L_2} R_1} = \frac{f_1 L_1 R_2}{f_2 L_2 R_1}$

$X_L = 2\pi f L$

اللي ثابت شيله والي يتغير غيره

اختر) مكثف سعته (C) وصل مع مقاومة في دائرة تيار متردد فكانت زاوية الطور 30° فلكي تصبح زاوية الطور 60° يجب أن تصبح سعة المكثف ....

(3C ، $\frac{1}{3}C$ ، $\frac{1}{2}C$ ، 2C)

$$\because \frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

$$\therefore \frac{\tan 30}{\tan 60} = \frac{C_2}{C}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{C_2}{C}$$

$$\therefore C_2 = \frac{1}{3}C$$

مسألة) في الدائرة الموضحة إذا كانت زاوية الطور بين التيار والجهد الكلي هي 45° احسب زاوية الطور بينهما عندما:

1) يوصل بالمكثف مكثف آخر سعته C على التوالي.
2) توصل المقاومة بمقاومة أخرى مقدارها R على التوالي.

R ، C ، V ، f

الحل:

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R}$$

$$\tan(-45) = \frac{-X_C}{R}$$

$$\therefore X_C = R$$

1) $X_C' = 2X_C$

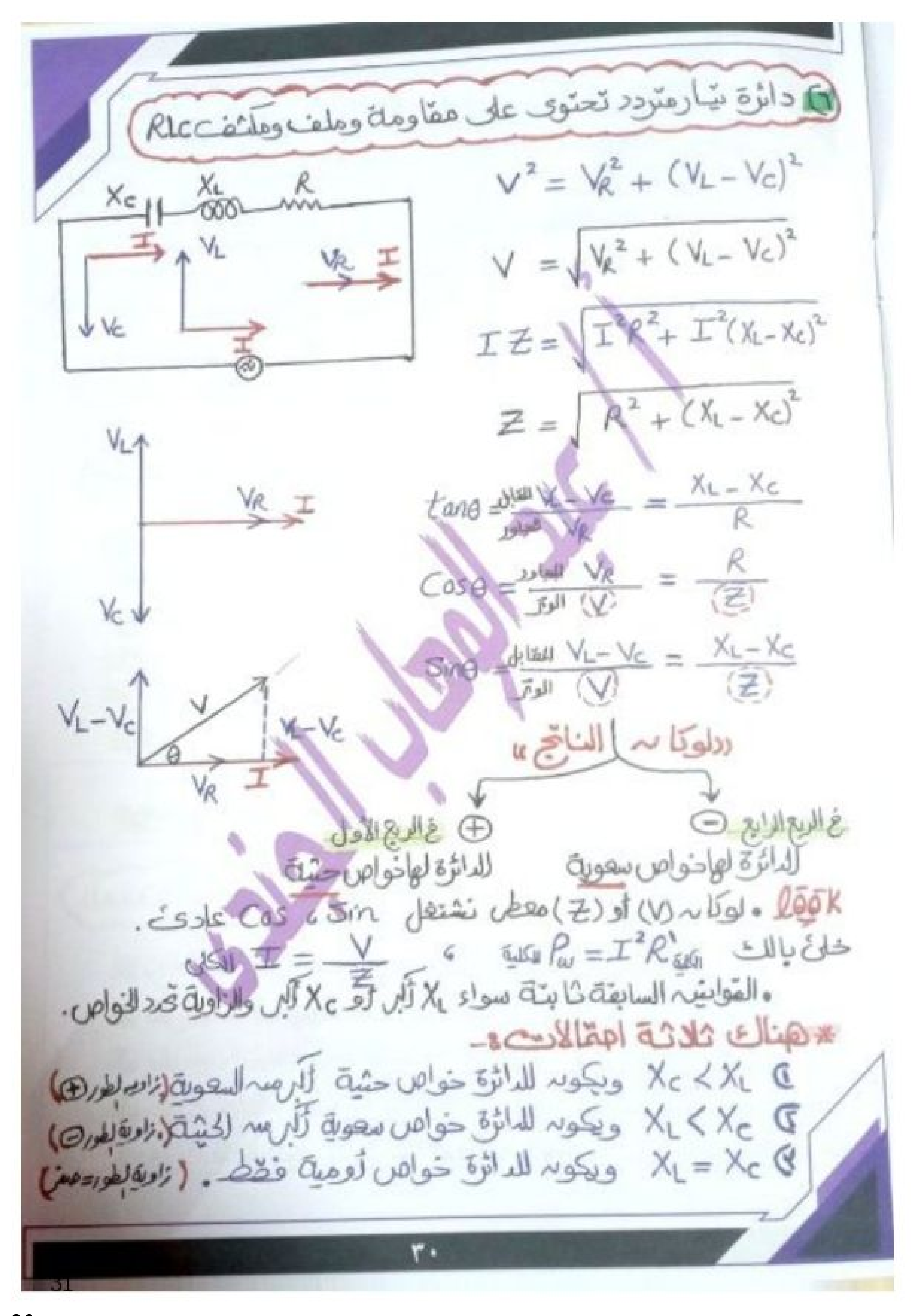
$$\tan\theta = \frac{-X_C'}{R} = \frac{-2X_C}{R} = \frac{-2R}{R} = -2$$

$$\therefore \theta = -63.4°$$

2) $R' = 2R$

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R'} = \frac{-R}{2R} = -0.5$$

$$\theta = -26.57°$$



٢) دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة وملف ومكثف RLC

$$V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$IZ = \sqrt{I^2R^2 + I^2(X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z}$$

$$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{V_L - V_C}{V} = \frac{X_L - X_C}{Z}$$

«دلوكا ~ الناتج»

- ⊕ في الربع الأول: الدائرة لها خواص حثية
- ⊖ في الربع الرابع: الدائرة لها خواص سعوية

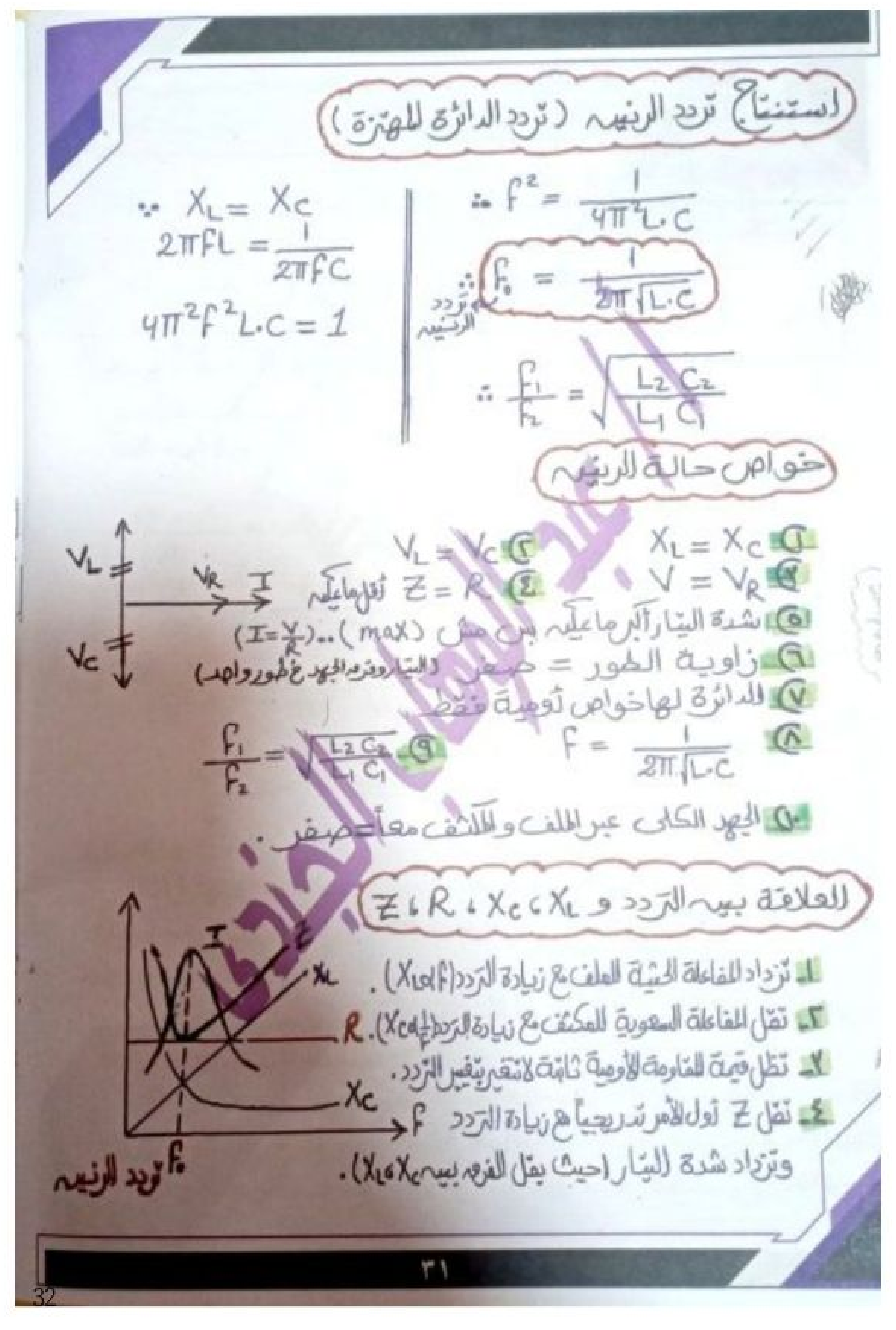
look • لو كان ~ (V) أو (Z) معطى نشتغل sin ، cos عادي.

خلي بالك $P_w = I^2 R$ الكلية ، $I = \frac{V}{Z}$ الكلي

• القوانين السابقة ثابتة سواء X_L أكبر أو X_C أكبر والزاوية تحدد الخواص.

*** هناك ثلاثة احتمالات:**

1. $X_C < X_L$ ويكون للدائرة خواص حثية أكبر من السعوية (زاوية الطور ⊕)
2. $X_L < X_C$ ويكون للدائرة خواص سعوية أكبر من الحثية (زاوية الطور ⊖)
3. $X_L = X_C$ ويكون للدائرة خواص أومية فقط. (زاوية الطور = صفر)



استنتاج تردد الرنين (تردد الدائرة المهتزة)

$\because X_L = X_C$

$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$

$4\pi^2 f^2 L \cdot C = 1$

$\therefore f^2 = \frac{1}{4\pi^2 L \cdot C}$

$\therefore f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$ تردد الرنين

$\therefore \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$

خواص حالة الرنين

1. $X_L = X_C$
2. $V_L = V_C$
3. $V = V_R$
4. $Z = R$ أقل ما يمكن
5. شدة التيار أكبر ما يمكن بس مش (max) .. $(I = \frac{V}{R})$
6. زاوية الطور = صفر (التيار وفرق الجهد في طور واحد)
7. الدائرة لها خواص أومية فقط
8. $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$
9. $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$
10. الجهد الكلي عبر الملف والمكثف معاً = صفر.

العلاقة بين التردد و X_L ، X_C ، R ، Z

1- تزداد المفاعلة الحثية للملف مع زيادة التردد $(X_L \propto f)$.

2- تقل المفاعلة السعوية للمكثف مع زيادة التردد $(X_C \propto \frac{1}{f})$.

3- تظل قيمة المقاومة الأومية ثابتة لا تتغير بتغير التردد.

4- تقل Z أول الأمر تدريجياً مع زيادة التردد وتزداد شدة التيار (حيث يقل الفرق بين X_L ، X_C).

⑤ تصبح Z أقل ما يمكن عندما تكون $X_L = X_C$ وتكون شدة التيار أكبر ما يمكن وتكون الدائرة في هذه الحالة مهتزة في حالة رنين .

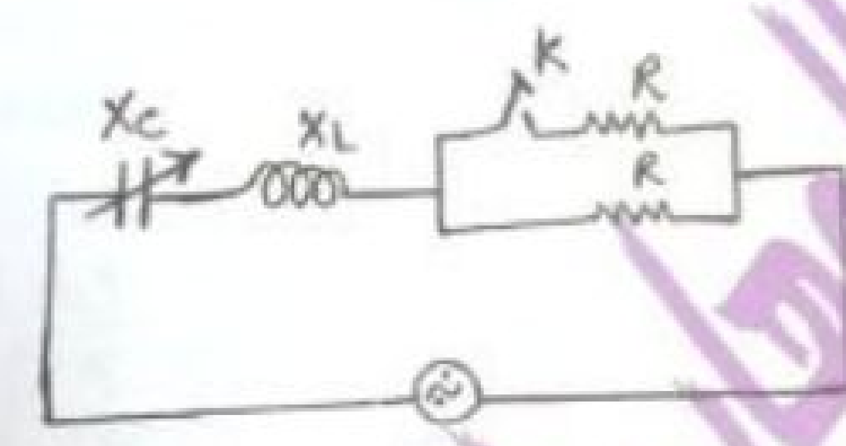
⑥ ثم تزداد Z للدائرة تدريجياً مع زيادة التردد وتقل شدة التيار (حيث يزداد الفرق بين X_L ، X_C) .

ملحوظة • أي تغير في L ، C ، f يخرج الدائرة من حالة الرنين وتزداد (Z) ↑ ، ويقل (I) ↓ ، $\theta \neq$ صفر .

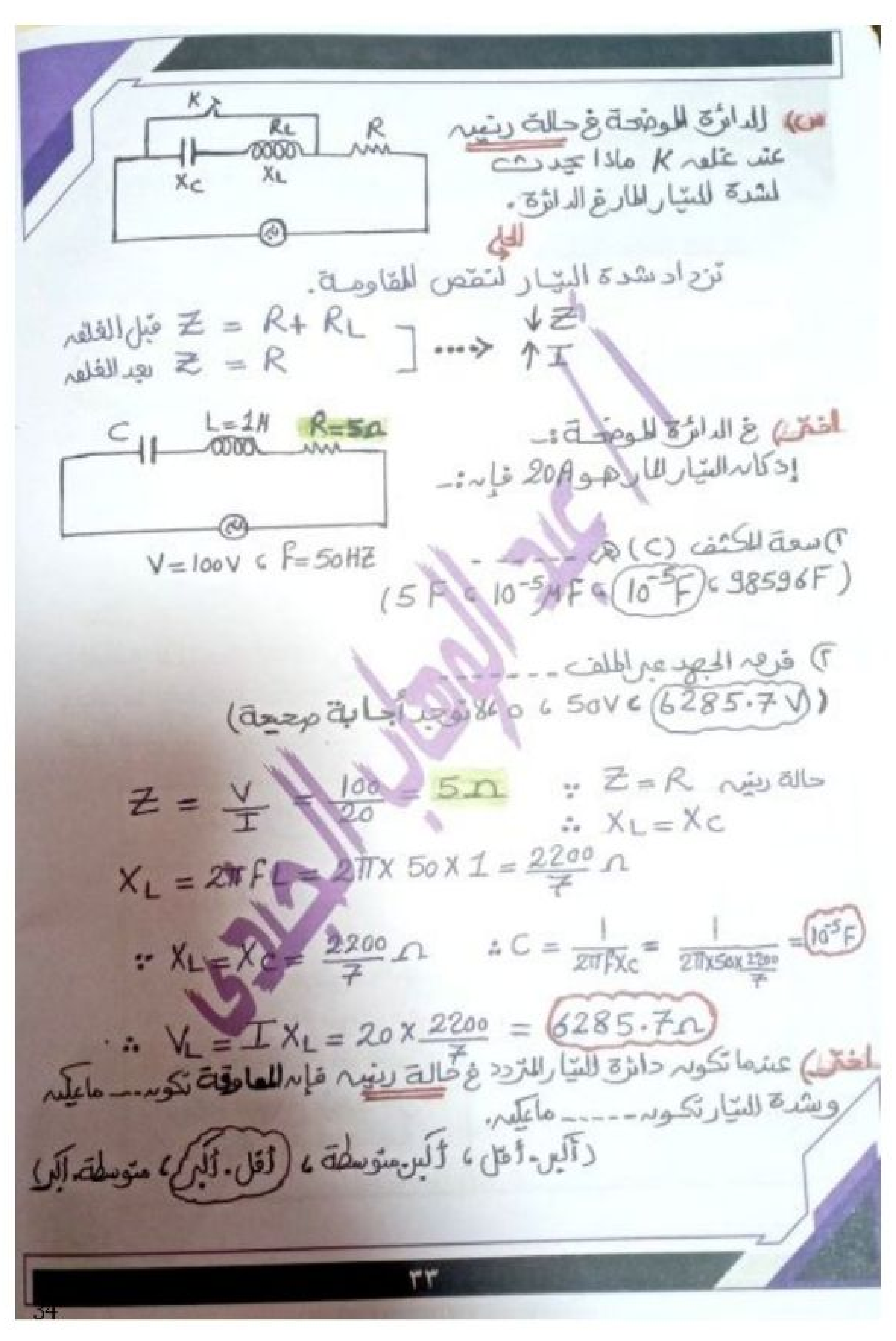
• وإذا تغير الجهد V والمقاومة R فقط تظل في حالة الرنين ونلجأ لقانون أوم $(I = \frac{V}{R})$.

مثال :-

للدائرة الموضحة في حالة رنين وضح ما يحدث لـ Z ، I طبقاً للتغيرات في الجدول الآتي :-



التغيرات	(Z)	(I)
① زيادة السعة	تزداد	تقل
② نقص السعة	تزداد	تقل
③ زيادة التردد مع ثبوت الجهد	تزداد	تقل
④ نقص التردد مع ثبوت الجهد	تزداد	تقل
⑤ وضع قلب حديد داخل الملف	تزداد	تقل
⑥ زيادة الجهد مع ثبوت التردد	تظل ثابت	تزداد لزيادة (V)
⑦ غلق المفتاح (K)	تقل	تزداد لنقص (R)



س) للدائرة الموضحة في حالة رنين عند غلق K ماذا يحدث لشدة التيار المار في الدائرة.

الحل

تزداد شدة التيار لنقص المقاومة.

قبل الغلق $Z = R + R_L$

بعد الغلق $Z = R$

$\downarrow Z \cdots\to \uparrow I$

اختر) في الدائرة الموضحة:-

إذا كان التيار المار هو 20A فإن:-

1) سعة المكثف (C) هي ....

($5F$ ، $10^{-5}MF$ ، $10^{-5}F$ ، $98596F$)

2) فرق الجهد عبر الملف ....

($6285.7V$ ، $50V$ ، 0 ، لا توجد إجابة صحيحة)

حالة رنين $\because Z = R$

$\therefore X_L = X_C$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{100}{20} = 5\Omega$$

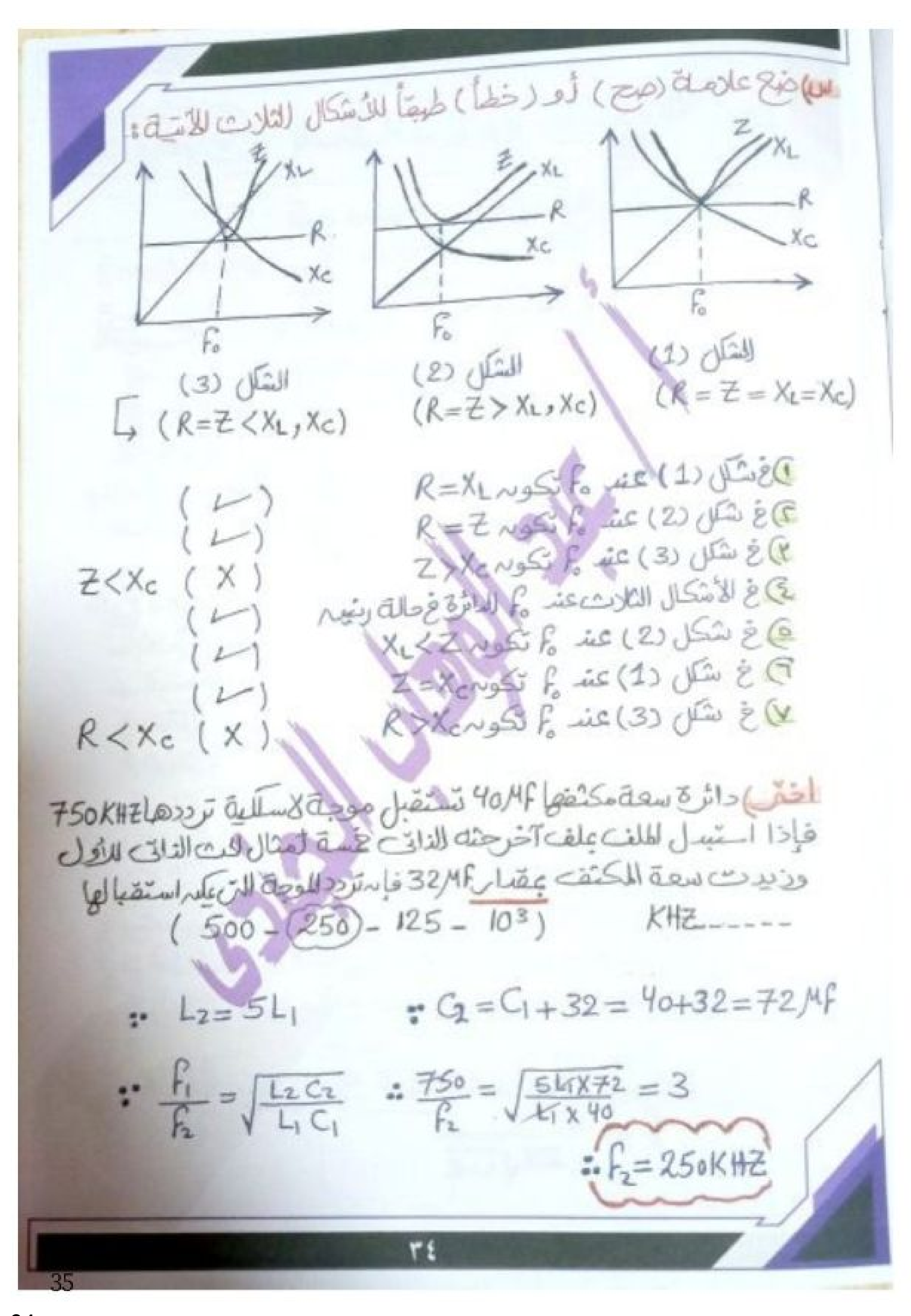
$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 50 \times 1 = \frac{2200}{7}\Omega$$

$$\because X_L = X_C = \frac{2200}{7}\Omega \qquad \therefore C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{2200}{7}} = 10^{-5}F$$

$$\therefore V_L = I X_L = 20 \times \frac{2200}{7} = 6285.7\Omega$$

اختر) عندما تكون دائرة التيار المتردد في حالة رنين فإن المعاوقة تكون ...... ما يمكن وشدة التيار تكون ...... ما يمكن.

(أكبر - أقل ، أكبر متوسطة ، أقل . أكبر ، متوسطة . أكبر)



س) ضع علامة (صح) أو (خطأ) طبقاً للأشكال الثلاث الآتية:

الشكل (1) $(R = Z = X_L = X_C)$

الشكل (2) $(R = Z > X_L , X_C)$

الشكل (3) $(R = Z < X_L , X_C)$

1) في شكل (1) عند f_0 تكون $R = X_L$ (✓)
2) في شكل (2) عند f_0 تكون $R = Z$ (✓)
3) في شكل (3) عند f_0 تكون $Z > X_C$ (X) $Z < X_C$
4) في الأشكال الثلاث عند f_0 الدائرة في حالة رنين (✓)
5) في شكل (2) عند f_0 تكون $X_L < Z$ (✓)
6) في شكل (1) عند f_0 تكون $Z = X_C$ (✓)
7) في شكل (3) عند f_0 تكون $R > X_C$ (X) $R < X_C$

اختر) دائرة سعة مكثفها $40 \mu F$ تستقبل موجة لاسلكية ترددها 750KHZ فإذا استبدل الملف بملف آخر حثه الذاتي خمسة أمثال الحث الذاتي للأول وزيدت سعة المكثف بمقدار $32 \mu F$ فإن تردد الموجة التي عليه استقبالها ...... KHZ

(500 - (250) - 125 - 10^3)

$\because L_2 = 5L_1$ $\because C_2 = C_1 + 32 = 40 + 32 = 72 \mu F$

$\because \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$ $\therefore \frac{750}{f_2} = \sqrt{\frac{5L_1 \times 72}{L_1 \times 40}} = 3$

$\therefore f_2 = 250 KHZ$

الدائرة المهتزة

الاستخدام :- في دوائر الارسال اللاسلكي.

فكرة عملها :- تبادل الطاقة المختزنة في المكثف في صورة مجال كهربي مع الطاقة المختزنة في الملف في صورة مجال مغناطيسي.

التركيب :- كما بالشكل ←

1) ملف حث له مقاومة صغيرة جداً
2) مكثف ثابت السعة.
3) بطارية

ويتصلوا جميعاً كما بالشكل عن طريق المفتاحين a, b.

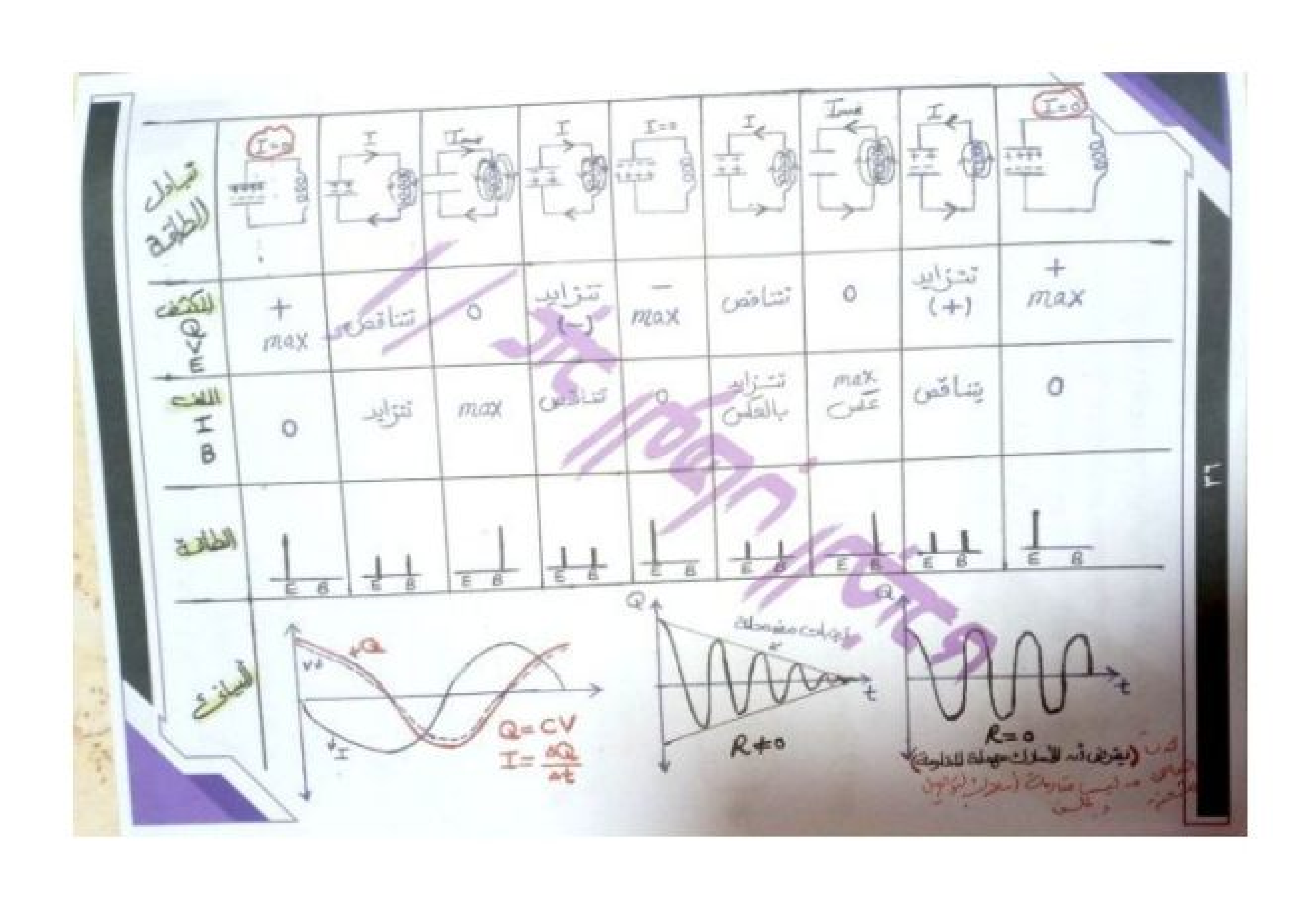
شرح العمل :-

← نغلق المفتاح (a) حتى يتم شحن المكثف.

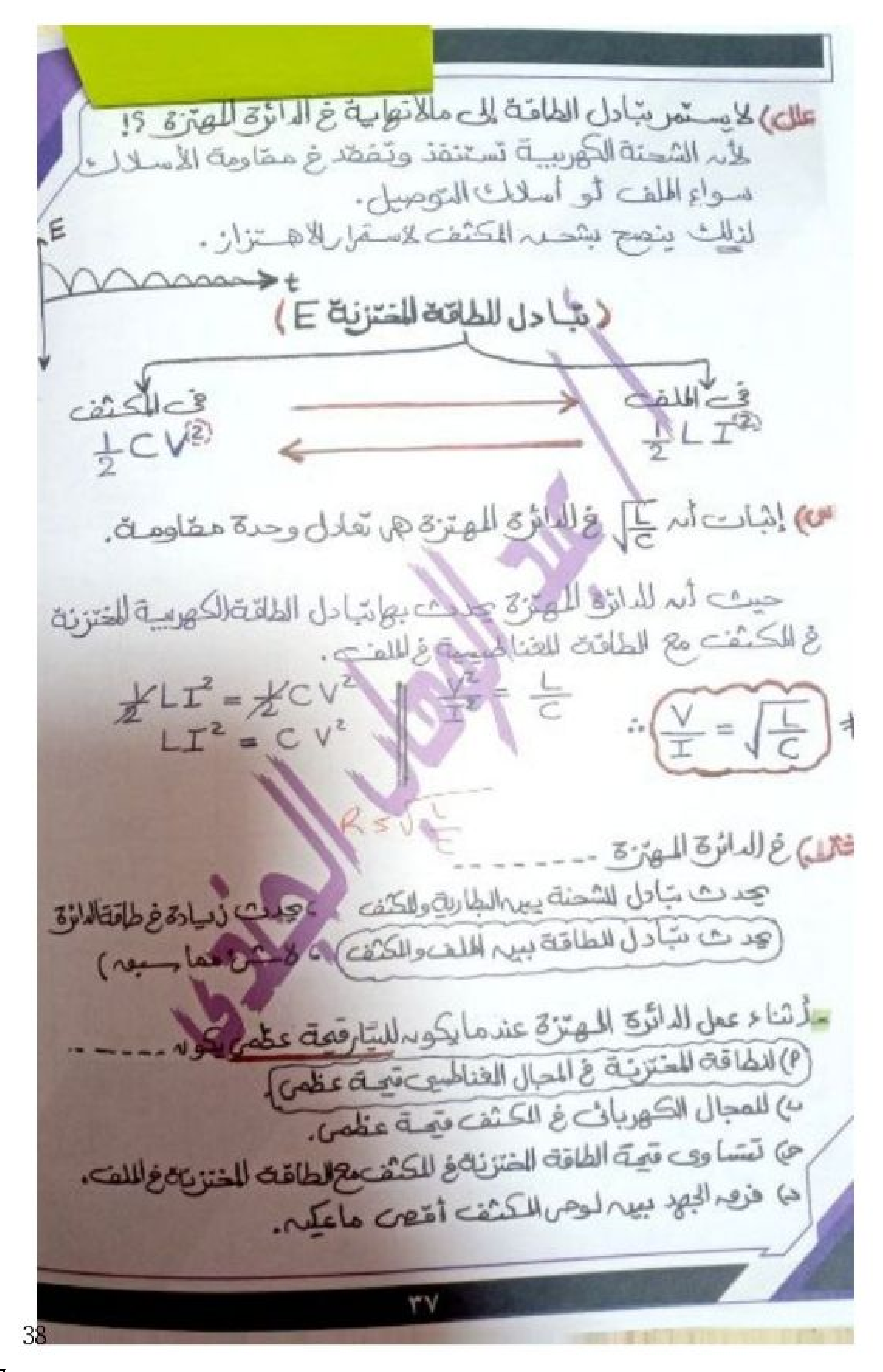
← تفتح المفتاح (a) ونغلق المفتاح (b) فيفرغ المكثف شحنته في الدائرة ويتولد مجال مغناطيسي في الملف ويكون معدل التيار في البداية كبير جداً $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$ ثم يتناقص فيتولد في الملف بالحث الذاتي ق.د.ك مستحثة طردية تولد تيار طردي يقوم بسحب المزيد من الشحنات الموجبة من اللوح العلوي فيكتسب شحنة سالبة واللوح السفلي شحنة موجبة حتى يشحن المكثف مرة أخرى في الاتجاه المضاد وهكذا يتم تبادل الطاقة المختزنة في المكثف في صورة مجال كهربي مع الطاقة المختزنة في الملف في صورة مجال مغناطيسي.

look تردد الدائرة المهتزة هو نفسه تردد حالة الرنين.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$



تبادل الطاقة
للمكثف Q V E
+ max
تتناقص
0
تتزايد (-)
- max
تتناقص
0
تتزايد (+)
+ max
الملف I B
0
تتزايد
max
تتناقص
0
تتزايد بالعكس
max عكس
يتناقص
0
الطاقة
E B
البيانات
Q = CV
I = ΔQ/Δt
R ≠ 0
R = 0
Q
t



علل) لا يستمر تبادل الطاقة إلى ما لا نهاية في الدائرة المهتزة ؟!

لأن الشحنة الكهربية تستنفذ وتفقد في مقاومة الأسلاك سواء الملف أو أسلاك التوصيل.

لذلك ينصح بشحن المكثف لاستمرار الاهتزاز.

(تبادل الطاقة المختزنة E)

في المكثف $\frac{1}{2}CV^2$ ⇄ في الملف $\frac{1}{2}LI^2$

س) إثبات أن $\sqrt{\frac{L}{C}}$ في الدائرة المهتزة هي تعادل وحدة مقاومة.

حيث أنه للدائرة المهتزة يحدث بها تبادل الطاقة الكهربية المختزنة في المكثف مع الطاقة المغناطيسية في الملف.

$$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CV^2$$

$$LI^2 = CV^2$$

$$\frac{V^2}{I^2} = \frac{L}{C}$$

$$\therefore \frac{V}{I} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$R = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

مثال) في الدائرة المهتزة ------

- يحدث تبادل للشحنة بين البطارية والمكثف
- يحدث زيادة في طاقة الدائرة
- يحدث تبادل للطاقة بين الملف والمكثف
- لا شئ مما سبق

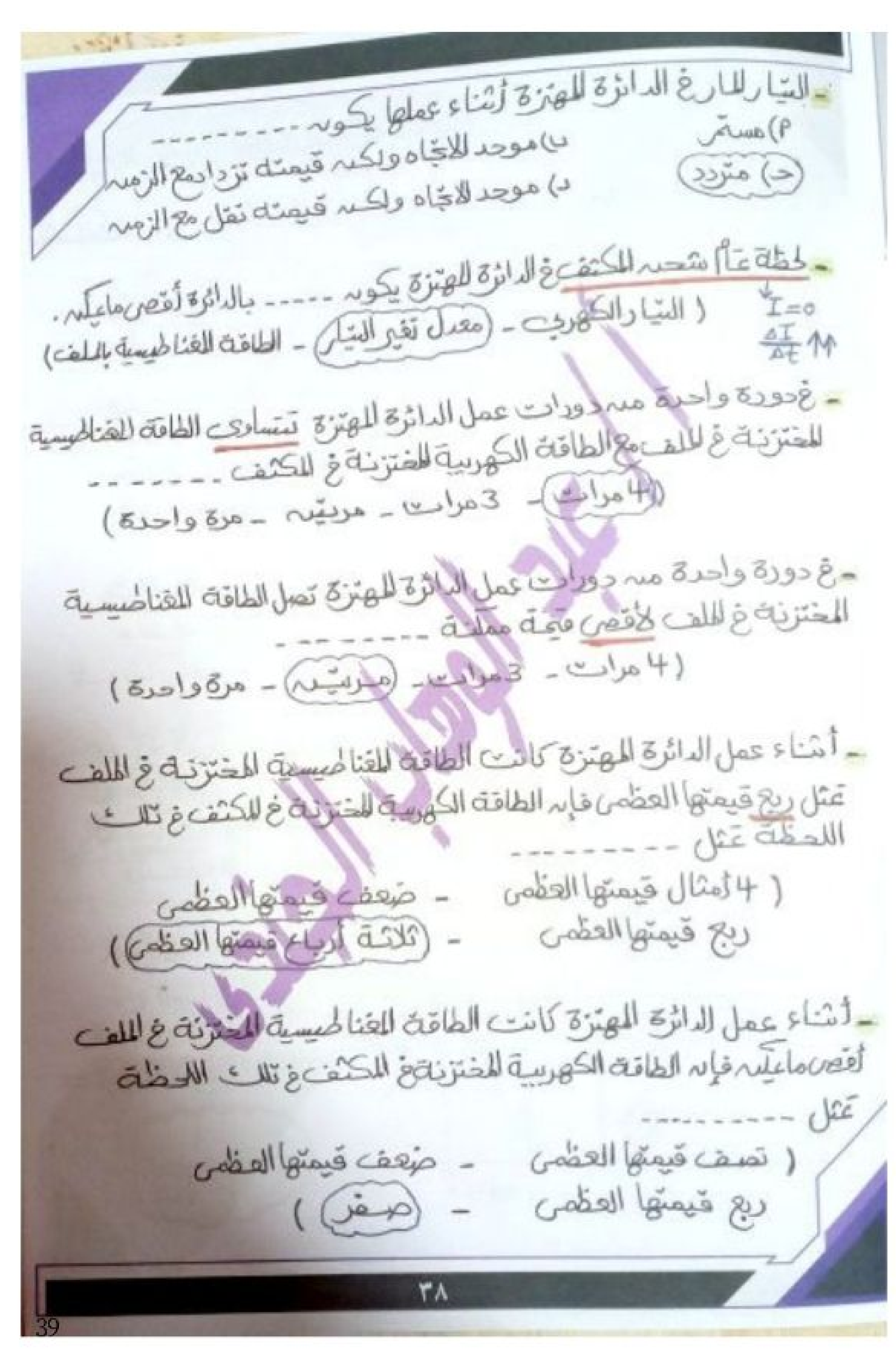
- أثناء عمل الدائرة المهتزة عندما يكون للتيار قيمة عظمى يكون ------

أ) للطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي قيمة عظمى

ب) للمجال الكهربائي في المكثف قيمة عظمى.

ج) تتساوى قيمة الطاقة المختزنة في المكثف مع الطاقة المختزنة في الملف.

د) فرق الجهد بين لوحي المكثف أقصى ما يكون.


- التيار المار في الدائرة المهتزة أثناء عملها يكون ---------

أ) مستمر
ب) موحد الاتجاه ولكن قيمته تزداد مع الزمن
ج) متردد
د) موحد الاتجاه ولكن قيمته تقل مع الزمن

- لحظة تمام شحن المكثف في الدائرة المهتزة يكون ------ بالدائرة أقصى ما يمكن.

$I=0$

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$

(التيار الكهربي - معدل تغير التيار - الطاقة المغناطيسية بالملف)

- في دورة واحدة من دورات عمل الدائرة المهتزة تتساوى الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف مع الطاقة الكهربية المختزنة في المكثف ---------

(4 مرات - 3 مرات - مرتين - مرة واحدة)

- في دورة واحدة من دورات عمل الدائرة المهتزة تصل الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف لأقصى قيمة ممكنة ---------

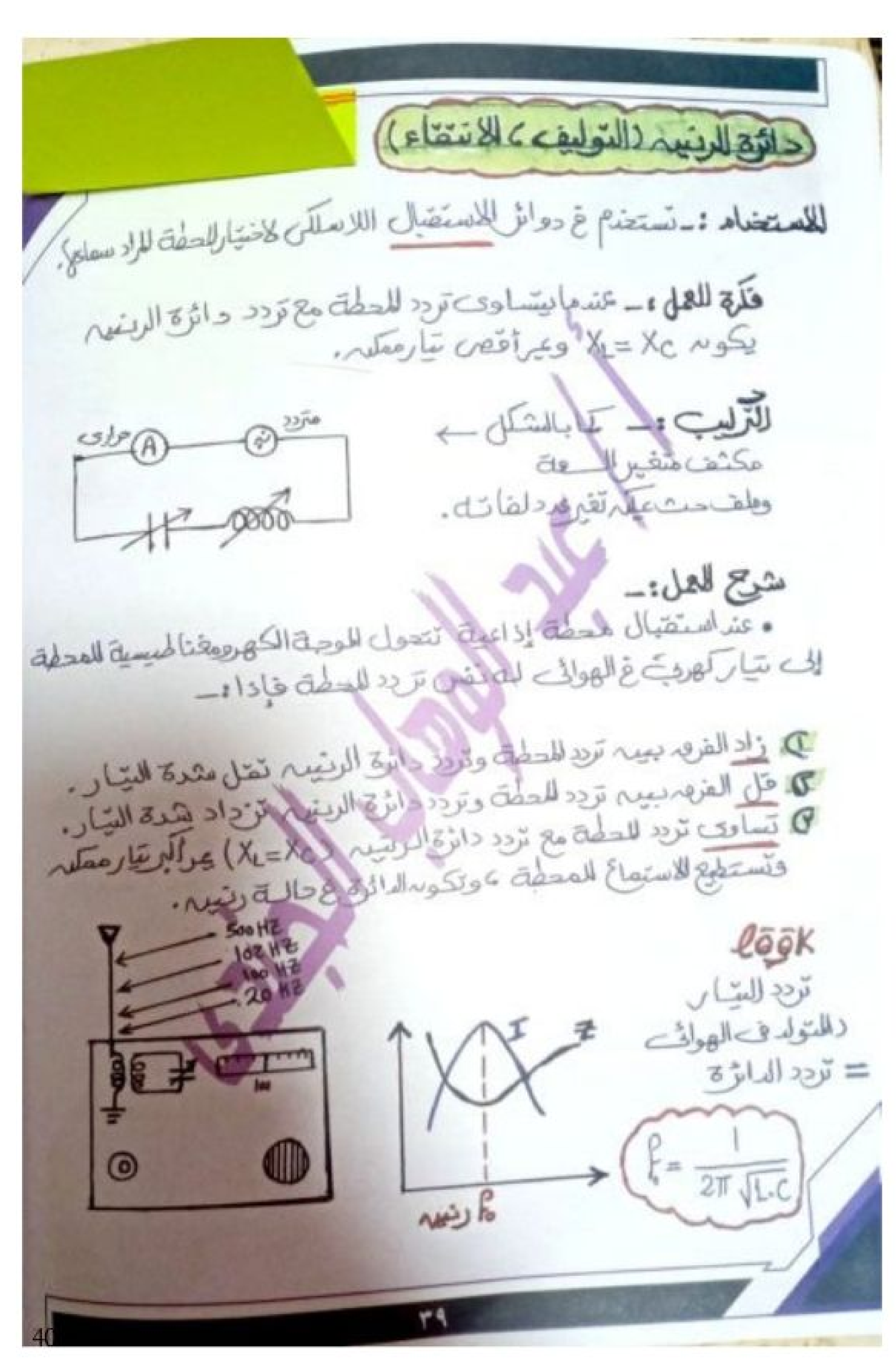
(4 مرات - 3 مرات - مرتين - مرة واحدة)

- أثناء عمل الدائرة المهتزة كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف تمثل ربع قيمتها العظمى فإن الطاقة الكهربية المختزنة في المكثف في تلك اللحظة تمثل ---------

(4 أمثال قيمتها العظمى - ضعف قيمتها العظمى
ربع قيمتها العظمى - ثلاثة أرباع قيمتها العظمى)

- أثناء عمل الدائرة المهتزة كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف أقصى ما يمكن فإن الطاقة الكهربية المختزنة في المكثف في تلك اللحظة تمثل ---------

(نصف قيمتها العظمى - ضعف قيمتها العظمى
ربع قيمتها العظمى - صفر)



دائرة الرنين (التوليف ، الانتقاء)

الاستخدام :- تستخدم في دوائر الاستقبال اللاسلكي لاختيار المحطة المراد سماعها.

فكرة العمل :- عندما يتساوى تردد المحطة مع تردد دائرة الرنين يكون $X_L = X_C$ ويمر أقصى تيار ممكن.

التركيب :- كما بالشكل ←

مكثف متغير السعة

وملف حث يمكن تغيير عدد لفاته.

شرح العمل :-

• عند استقبال محطة إذاعية تتحول الموجة الكهرومغناطيسية للمحطة إلى تيار كهربي في الهوائي له نفس تردد المحطة فإذا :-

1) زاد الفرق بين تردد المحطة وتردد دائرة الرنين تقل شدة التيار.
2) قل الفرق بين تردد المحطة وتردد دائرة الرنين تزداد شدة التيار.
3) تساوى تردد المحطة مع تردد دائرة الرنين ($X_L = X_C$) يمر أكبر تيار ممكن فنستطيع الاستماع للمحطة ، وتكون الدائرة في حالة رنين.

مهم

تردد التيار المتولد في الهوائي = تردد الدائرة

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

look • عليك حساب تردد موجة لاسلكية (كهرومغناطيسية) من العلاقة ($C = 3\times10^8\ m/s$ سرعة الضوء)

$$C = \lambda f$$

* $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}}$ تردد الرنين $\Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$

مثال) احسب سعة المكثف الذى إذا وصل على التوالى مع ملف حثه الذاتى $1.5\ MH$ تكون منهما دائرة رنين تستقبل موجة طولها $20\ cm$ (سرعة الضوء $3\times10^8\ m/s$).

الحل

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{20\times10^{-2}} = 1.5\times10^9\ Hz$$

$$\therefore C = \frac{1}{4\pi^2 L f^2} = \frac{1}{4\pi^2\times1.5\times10^{-6}\times(1.5\times10^9)^2}$$

$$= 7.5\times10^{-15}\ F$$

اختر) النسبة بين معاوقة استقبال عند استقبالها إشارة لاسلكية بتردد f ومعاوقتها عند استقبالها لإشارة لاسلكية أخرى بتردد 2f تكون ....

(0.5 - (1) - 2 - 0.25)

طالما استقبالها يبقى حالة رنين $Z_1 = R$ ، $Z_2 = R$ $\therefore \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{R}{R} = 1$

- دائرة رنين زادت سعة مكثفها إلى الضعف وقل معامل الحث الذاتى إلى $\frac{1}{8}$ ما كان عليه فإن تردد دائرة الرنين ....

(يزداد إلى الضعف) - يقل إلى النصف

يصبح 4 أمثال الحالة الأولى - يصبح $\frac{1}{4}$ الحالة الأولى)

$$\therefore f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}} \xrightarrow[\text{وحط الرقم}]{\text{شيل الرمز}} f_0 = \frac{1}{\sqrt{2\cdot\frac{1}{8}}} = (2)$$

سؤال شامل دائرة توالي بها مصدر متردد قوته الدافعة 130V ترددة 50HZ وملف حث طوله 25 cm مساحة مقطعه $4 cm^2$ يلف 50 لفة حول قالب نفاذيته 0.07 web/A.m ومكثف سعته $\frac{7}{220}$ mf وسلك مقاومة طوله 10m مساحة مقطعه $0.4\ Cm^2$ ومقاومة مادته النوعية $2\times10^{-5}\ \Omega\cdot m$ احسب كلا من :-

① مقاومة السلك الأومية :-

$$R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{2\times10^{-5}\times10}{0.4\times10^{-4}} = 5\Omega$$

② معامل الحث الذاتي للملف :-

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l} = \frac{0.07\times(50)^2\times4\times10^{-4}}{25\times10^{-2}} = 0.28\ Hen$$

③ المفاعلة الحثية X_L :-

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi\times50\times0.28 = 88\Omega$$

④ المفاعلة السعوية X_C :-

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi\times50\times(\frac{7}{220})\times10^{-3}} = 100\Omega$$

⑤ المعاوقة Z :-

$$Z = \sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2} = \sqrt{(5)^2+(88-100)^2} = 13\Omega$$

⑥ شدة التيار المار في الدائرة :-

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{130}{13} = 10A$$

⑦ فرق الجهد عبر المقاومة (V_R) :-

$$V_R = IR = 10\times5 = 50V$$

⑧ فرق الجهد عبر الملف (V_L) :-

$$V_L = IX_L = 10\times88 = 880V$$

⑨ فرق الجهد عبر المكثف (V_C) :-

$$V_C = IX_C = 10\times100 = 1000V$$

١٠) فرق الجهد عبر الملف والمكثف :ـ

$V_{\text{عبر الملف والمكثف}} = |V_L - V_C| = |880 - 1000| = 120V$

١١) فرق الجهد عبر الملف والمقاومة :ـ

$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} = \sqrt{(50)^2 + (880)^2} = 881.4V$

١٢) فرق الجهد الكلي في الدائرة :ـ

$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{(50)^2 + (880 - 1000)^2} = 130V$

١٣) زاوية الطور :ـ

$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{88-100}{5} = \frac{-12}{5} \quad \therefore \theta = -76.38°$

١٤) أين تقع زاوية الطور :ـ

في الربع الرابع (سالبة)

١٥) أيهما سابق الجهد أم التيار :ـ

التيار سابق الجهد .

١٦) معدل الطاقة المستنفذة في الملف :ـ

$(P_w)_{\text{ملف}} = $ صفر

١٧) معدل الطاقة المستنفذة في المكثف :ـ

$(P_w)_{\text{مكثف}} = $ صفر

١٨) معدل الطاقة المستنفذة في الدائرة كلها :ـ

$P_w = I^2 R = (10)^2 \times 5 = 500 \text{ watt}$

١٩) شدة التيار المار في الدائرة إذا استبدل المصدر المتردد بآخر مستمر له نفس emf :ـ

$f = 0$ مستمر $\rightarrow X_C = \infty \rightarrow I = $ صفر

٢٠) سعة المكثف التي تجعل الجهد والتيار في طور واحد :ـ

$\therefore C = \frac{1}{4\pi^2 L f^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times 0.28 \times (50)^2} = 36 \mu f$

٢١) حث الملف التي تجعل الجهد والتيار في طور واحد :ـ

$\therefore L = \frac{1}{4\pi^2 C f^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times (\frac{7}{220}) \times 10^{-3} \times (50)^2} = 0.318 \text{ Hen}$

٢٢) شدة التيار عندما يكون الجهد والتيار في طور واحد :

$I = \frac{V}{R} = \frac{130}{5} = 26A$

① إذا كانت النسبة بين الطاقة المستنفذة في سلك الأميتر الحراري $\frac{4}{9}$ فإن النسبة بين شدة التيار ......

($\frac{1}{1}$ ، $\frac{16}{81}$ ، $\frac{2}{3}$ ، $\frac{4}{9}$)

$$\because \frac{P_{w1}}{P_{w2}} = \frac{I_1^2 R_1}{I_2^2 R_2} \qquad \therefore \frac{4}{9} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \qquad \therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{3}$$

② عند استبدال المصدر في الدائرة الكهربية الموضحة بمصدر آخر له نفس الجهد وتردده أعلى

قراءة الأميتر الحراري A_1 .... تقل ....

قراءة الأميتر الحراري A_2 .... تزداد ....

- فرع الملف / $\uparrow f$ $\uparrow X_L$ $\downarrow I$ $\left(\downarrow I = \frac{V}{\uparrow X_L}\right)$ ثابت
- فرع المكثف / $\uparrow f$ $\downarrow X_C$ $\uparrow I$ $\left(\uparrow I = \frac{V}{\downarrow X_C}\right)$ ثابت

س) دائرة RL وتيار متردد كيف يمكنك دون تغير شدة التيار المار في الملف والمقاومة أو جهد المصدر جعل زاوية الطور = صفر.

الحل

نضيف مكثف على التوالي في الدائرة المفاعلة السعوية له تساوي المفاعلة الحثية للملف فتصبح الدائرة في حالة رنين ($\theta = Zero$) ولكي لا تتغير شدة التيار

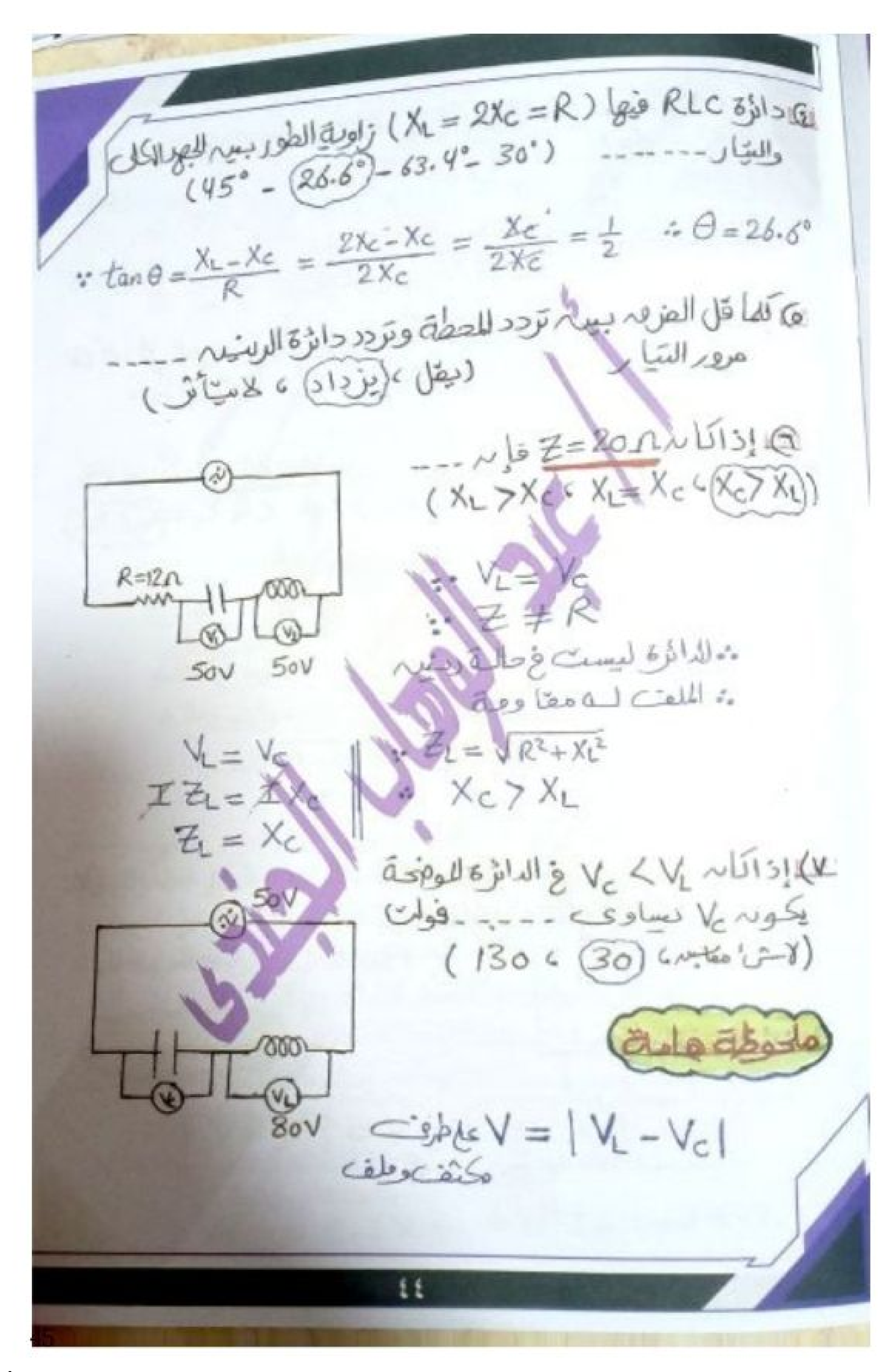
X_C

R مضافة

نضيف مقاومة أومية R لتعويض النقص في المعاوقة وتساوي الفرق بين المعاوقة والمقاومة الموجودة

$$(R = Z - R)$$

المضافة   الموجودة



٤) دائرة RLC فيها ($X_L = 2X_C = R$) زاوية الطور بين الجهد الكلي والتيار ------

(45° - **26.6°** - 63.4° - 30°)

$\because \tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{2X_C - X_C}{2X_C} = \frac{X_C}{2X_C} = \frac{1}{2}$ $\therefore \theta = 26.6°$

٥) كلما قل الفرق بين تردد المحطة وتردد دائرة الرنين ------ مرور التيار

(يقل ، **يزداد** ، لا يتأثر)

٦) إذا كان $Z = 20\Omega$ فإن ----

($X_L > X_C$ ، $X_L = X_C$ ، $\mathbf{X_C > X_L}$)

$\because V_L = V_C$

$Z \neq R$

∴ الدائرة ليست في حالة رنين

∴ الملف له مقاومة

$\because Z_L = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$X_C > X_L$

$V_L = V_C$

$I Z_L = I X_C$

$Z_L = X_C$

٧) إذا كان $V_C < V_L$ في الدائرة الموضحة يكون V_C يساوي ---- فولت

(لا شيء مما سبق ، **30** ، 130)

ملحوظة هامة

$V = |V_L - V_C|$ على طرفي مكثف وملف

④ دائرة RLC فيها $(X_L = 2X_C = R)$ زاوية الطور بين الجهد الكلي والتيار .... $(45^\circ - 26.6^\circ - 63.4^\circ - 30^\circ)$

$$\because \tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{2X_C - X_C}{2X_C} = \frac{X_C}{2X_C} = \frac{1}{2} \quad \therefore \theta = 26.6^\circ$$

⑤ كلما قل الفرق بين تردد للمحطة وتردد دائرة الرنين ..... مرور التيار
(يقل ، يزداد ، لا يتأثر)

⑥ إذا كان $Z = 20\,\Omega$ فإن ....
$(X_L > X_C \text{ ، } X_L = X_C \text{ ، } X_C > X_L)$

$R = 12\,\Omega$ — 50V — 50V

$\therefore V_L = V_C$

$\therefore Z \neq R$

∴ الدائرة ليست في حالة رنين

∴ الملف له مقاومة

$\therefore Z_L = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$X_C > X_L$

$V_L = V_C$

$I Z_L = I X_C$

$Z_L = X_C$

⑦ إذا كان $V_C < V_L$ في الدائرة الموضحة يكون V_C يساوي .... فولت
(لا توجد إجابة ، 30 ، 130)

50V — 80V

ملحوظة هامة

$V = |V_L - V_C|$ على طرفي مكثف وملف

س) في دائرة RLC والملف نقي القدرة المستنفذة في الدائرة تعطى بالعلاقة :-

1) $P_w = V_{مصدر} I$ (X)

2) $P_w = V_R I$ (✓)

3) $P_w = I^2 Z$ (X)

4) $P_w = V_{مصدر} I \cos\theta$ (✓)

$\hookrightarrow P_w = V_{مصدر} I \frac{V_R}{V_{مصدر}} = I V_R$

5) $P_w = V_{مصدر} I \sin\theta$ (X)

6) $P_w = \frac{V^2_{مصدر}}{R}$ (X)

(X)

7) $P_w = \frac{V_R^2}{R}$ (✓)

look القدرة المستنفذة في المقاومة وليس المصدر.

$P_w = V_R I$ في الملف نقي

$P_w = I^2 R$ ⇐ (عامة)

اختر) يعمل .... على فلترة التيار المتردد والمستمر.

(المقاومة - الكثف - الملف)

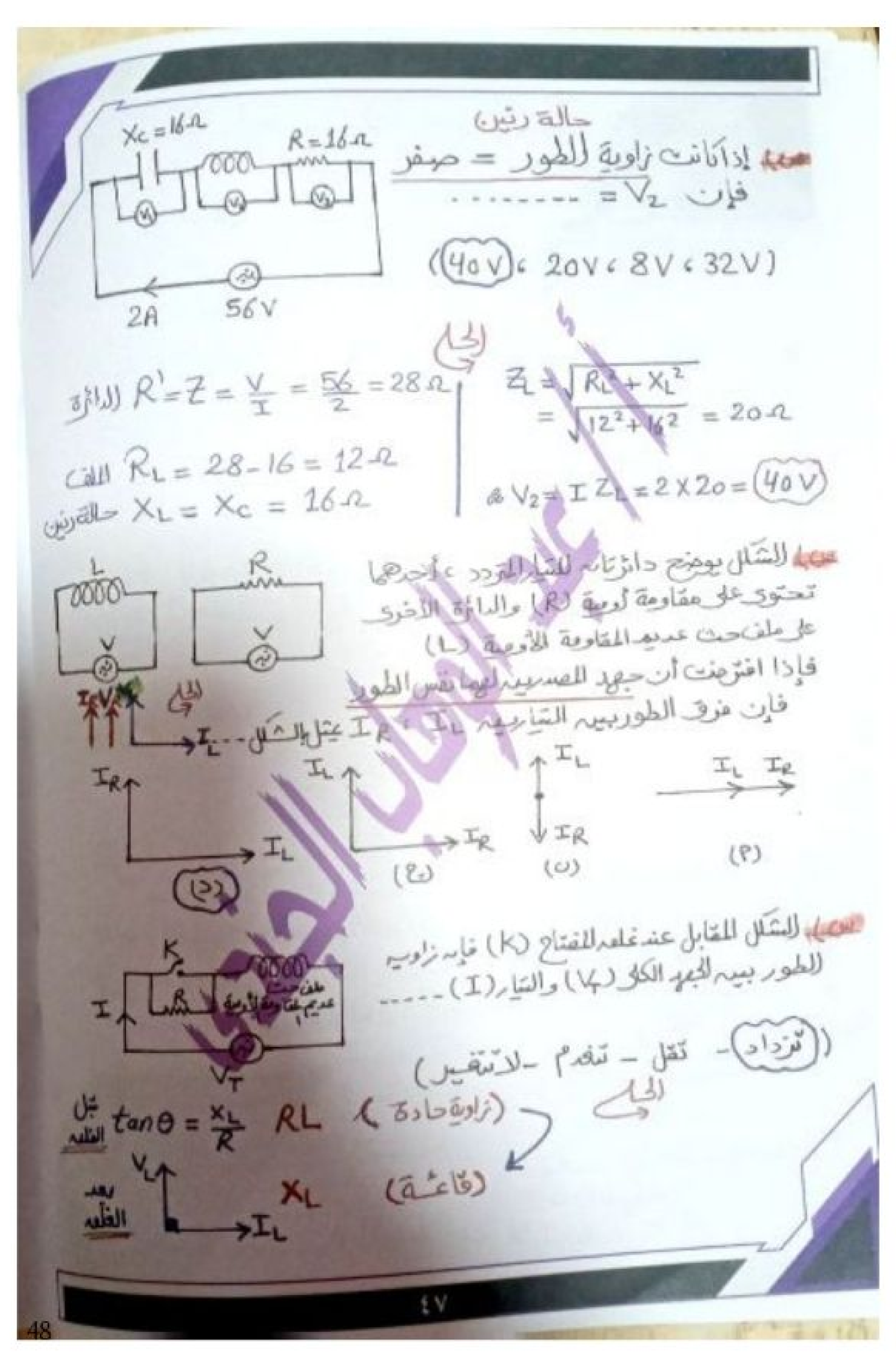
look يعمل المكثف على فلترة التيار (فصل التيار) المتردد والمستمر.

من تطبيقات واستخدام المكثف أنه يفصل التيار المتردد الحامل للموجة اللاسلكية عن التيار منخفض التردد المعبر عن الصوت لأنه يسمح بمرور التيار المتردد لأنه مفاعلته له صغيرة جداً ومفاعلته للمستمر مالا نهاية وللموجة الحاملة المعدلة بها التيار المتردد والمستمر.

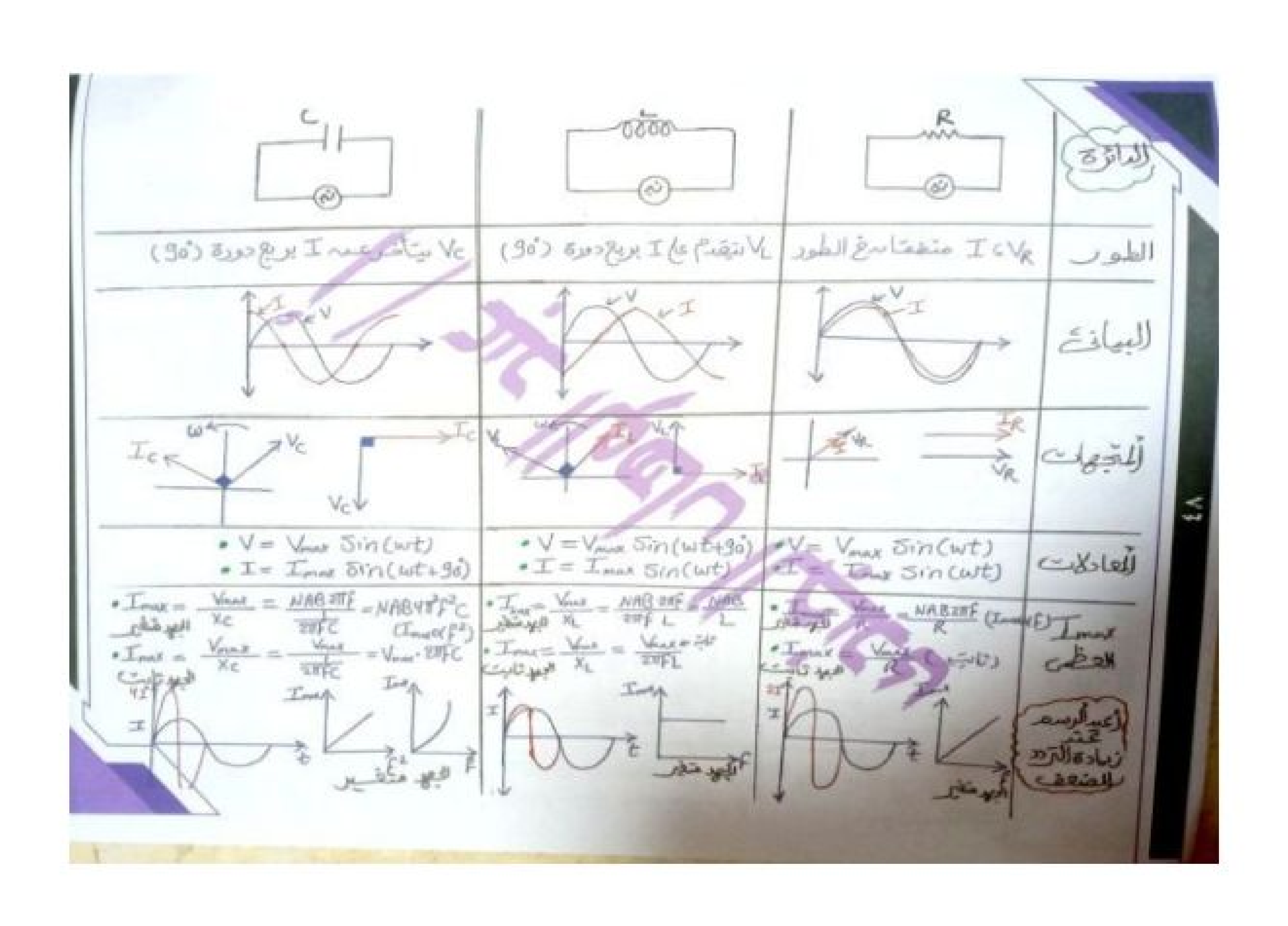
س) القدرة الكهربائية المستهلكة في دائرة تيار متردد تحتوي على مقاومة عديمة الحث وملف حث عديم المقاومة ومكثف تكون أكبر ما يمكن عندما تكون مفاعلة الملف الحثية ....

(مساوية مفاعلة المكثف - أكبر من مفاعلة المكثف
أكبر من مفاعلة المكثف - لا علاقة مفاعلة الملف ومفاعلة المكثف بالقدرة المستهلكة)

$X_L = X_C$ (رنين) ← I أكبر ما يمكن ← $P_w = I^2 R$ أكبر ما يمكن

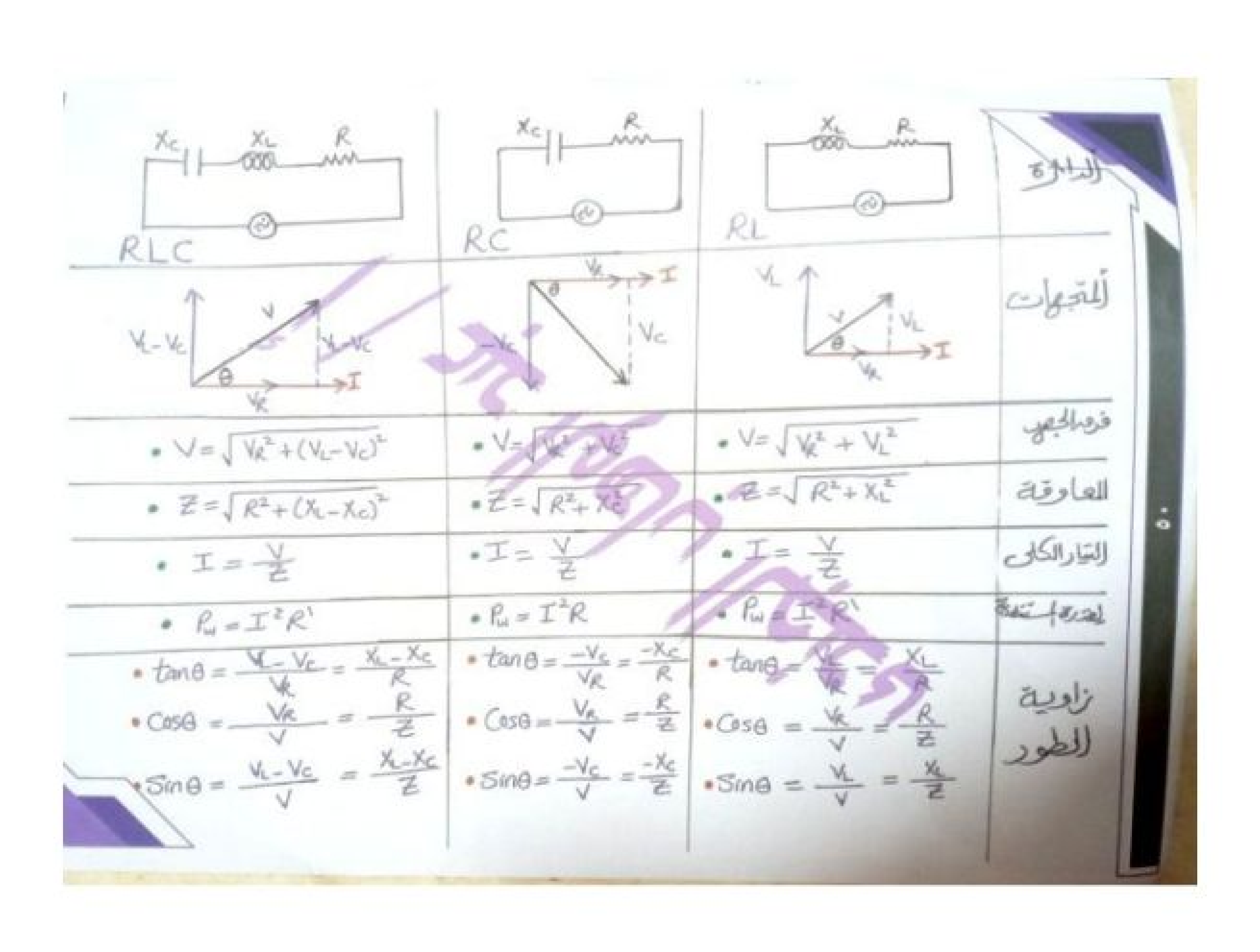


حالة رنين
إذا كانت زاوية الطور = صفر فإن V_2 = ...
(40V ، 20V ، 8V ، 32V)
$X_C = 16\Omega$
$R = 16\Omega$
2A
56V
الحل
الدائرة $R' = Z = \frac{V}{I} = \frac{56}{2} = 28\Omega$
الملف $R_L = 28 - 16 = 12\Omega$
حالة رنين $X_L = X_C = 16\Omega$
$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20\Omega$
$V_2 = I Z_L = 2 \times 20 = 40V$
الشكل يوضح دائرتان للتيار المتردد أحدهما تحتوي على مقاومة أومية (R) والدائرة الأخرى على ملف حث عديم المقاومة الأومية (L) فإذا افترضت أن جهد المصدرين لهما نفس الطور فإن فرق الطور بين التيارين I_R ، I_L يمثل بالشكل ......
الحل
(أ) (ب) (ج) (د)
الشكل المقابل عند غلق المفتاح (K) فإن زاوية الطور بين الجهد الكلي (V_T) والتيار (I) ......
(تزداد - تقل - تنعدم - لا تتغير)
الحل
ملف حث عديم المقاومة الأومية
V_T
قبل الغلق $\tan\theta = \frac{X_L}{R}$ RL (زاوية حادة)
بعد الغلق X_L (قائمة)



الدائرة
الطور
Vc يتأخر عن I بربع دورة (90°)
VL يتقدم على I بربع دورة (90°)
I و VR متفقان في الطور
البيانى
المتجهات
المعادلات
V = Vmax Sin(wt)
I = Imax Sin(wt+90)
V = Vmax Sin(wt+90)
I = Imax Sin(wt)
V = Vmax Sin(wt)
I = Imax Sin(wt)
Imax العظمى

	المقاومة	الملف	المكثف
القدرة المستنفذة	تستنفذ قدرة :- $P_w = I_{eff}^2 R$	لا تستنفذ قدرة تختزن الطاقة الكهربية في صورة مجال مغناطيسي	لا تستنفذ قدرة تختزن الطاقة الكهربية في صورة مجال كهربي.
التوالي	$R_1 \; R_2 \; R_3$ • $I' = I_1 = I_2 = I_3$ • $V' = V_1 + V_2 + V_3$ • $R' = R_1 + R_2 + R_3$	$L_1 \; L_2 \; L_3$ • $I' = I_1 = I_2 = I_3$ • $V' = V_1 + V_2 + V_3$ • $X_L' = X_{L_1} + X_{L_2} + X_{L_3}$ • $L' = L_1 + L_2 + L_3$	$C_1 \; C_2 \; C_3$ • $I' = I_1 = I_2 = I_3$ • $V' = V_1 + V_2 + V_3$ • $X_C' = X_{C_1} + X_{C_2} + X_{C_3}$ • $\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
التوازي	$R_1 \; R_2 \; R_3$ • $V' = V_1 = V_2 = V_3$ • $I' = I_1 + I_2 + I_3$ • $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$L_1 \; L_2 \; L_3$ • $V' = V_1 = V_2 = V_3$ • $I' = I_1 + I_2 + I_3$ • $\frac{1}{X_L'} = \frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L_2}} + \frac{1}{X_{L_3}}$ • $\frac{1}{L'} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$	$C_1 \; C_2 \; C_3$ • $V' = V_1 = V_2 = V_3$ • $I' = I_1 + I_2 + I_3$ • $Q' = Q_1 + Q_2 + Q_3$ • $\frac{1}{X_C'} = \frac{1}{X_{C_1}} + \frac{1}{X_{C_2}} + \frac{1}{X_{C_3}}$ • $C' = C_1 + C_2 + C_3$
لو X_C ، X_L ، R متساوية look	• توالي: $R' = NR_1$ • توازي: $R' = \frac{R_1}{N}$	• توالي: $X_L' = NX_{L_1}$ ، $L' = NL_1$ • توازي: $X_L' = \frac{X_{L_1}}{N}$ ، $L' = \frac{L_1}{N}$ الملفات زي المقاومات عادي في X_L ، L	• توالي: $X_C' = NX_{C_1}$ ، $C' = \frac{C_1}{N}$ • توازي: $X_C' = \frac{X_{C_1}}{N}$ ، $C' = nC_1$ للمكثفات زي المقاومات في (X_C) Ω لها وعكسها في (C) لها F اوعى تغلط بص لوحدة القياس



	RL	RC	RLC
الدائرة	RL	RC	RLC
المتجهات			
فرق الجهد	$V=\sqrt{V_R^2+V_L^2}$	$V=\sqrt{V_R^2+V_C^2}$	$V=\sqrt{V_R^2+(V_L-V_C)^2}$
المعاوقة	$Z=\sqrt{R^2+X_L^2}$	$Z=\sqrt{R^2+X_C^2}$	$Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$
التيار الكلي	$I=\frac{V}{Z}$	$I=\frac{V}{Z}$	$I=\frac{V}{Z}$
القدرة المستهلكة	$P_w=I^2R$	$P_w=I^2R$	$P_w=I^2R$
زاوية الطور	$\tan\theta=\frac{V_L}{V_R}=\frac{X_L}{R}$ $\cos\theta=\frac{V_R}{V}=\frac{R}{Z}$ $\sin\theta=\frac{V_L}{V}=\frac{X_L}{Z}$	$\tan\theta=\frac{-V_C}{V_R}=\frac{-X_C}{R}$ $\cos\theta=\frac{V_R}{V}=\frac{R}{Z}$ $\sin\theta=\frac{-V_C}{V}=\frac{-X_C}{Z}$	$\tan\theta=\frac{V_L-V_C}{V_R}=\frac{X_L-X_C}{R}$ $\cos\theta=\frac{V_R}{V}=\frac{R}{Z}$ $\sin\theta=\frac{V_L-V_C}{V}=\frac{X_L-X_C}{Z}$

ازدواجية الموجة والجسيم

لها خواص موجية ←	← لها خواص جسيمية
- الانتشار	- له كتلة .
- الانعكاس	- يمكنه تحريكه بسرعة .
- الانكسار	- له طاقة $K.E = \frac{1}{2}mv^2$.
- التداخل	- له كمية تحرك $P_L = mv$.
- الحيود .	- يستطيع التصادم مع الأجسام الأخرى والتأثير عليها بقوة .

الفيزياء الكلاسيكية :- الفيزياء التي تمكننا من تفسير مشاهداتنا اليومية والتجارب المعتادة مثل دراستنا للحرارة والكهرباء والموجات كالصوت والضوء ودراسة خصائصها.

فيزياء الكم :- الفيزياء التي تمكننا من دراسة وتفسير ظواهر لا نراها بصورة مباشرة خاصة عند التعامل على المستوى الذري مثل دراسة الأطياف الذرية والظواهر الإلكترونية أو على المستوى الجزيئي مثل دراسة التفاعلات الكيميائية .

* **الضوء في الفيزياء الكلاسيكية :-**

- الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية .-

(تنعكس - تنكسر - تتداخل - تحيد) ، (لا تحتاج إلى وسط مادي لانتشاره)

(تنتشر في الفراغ بسرعة ثابتة $C = 3\times10^8 m/s$) .

تختلف في التردد والطول الموجي كما بالشكل :-

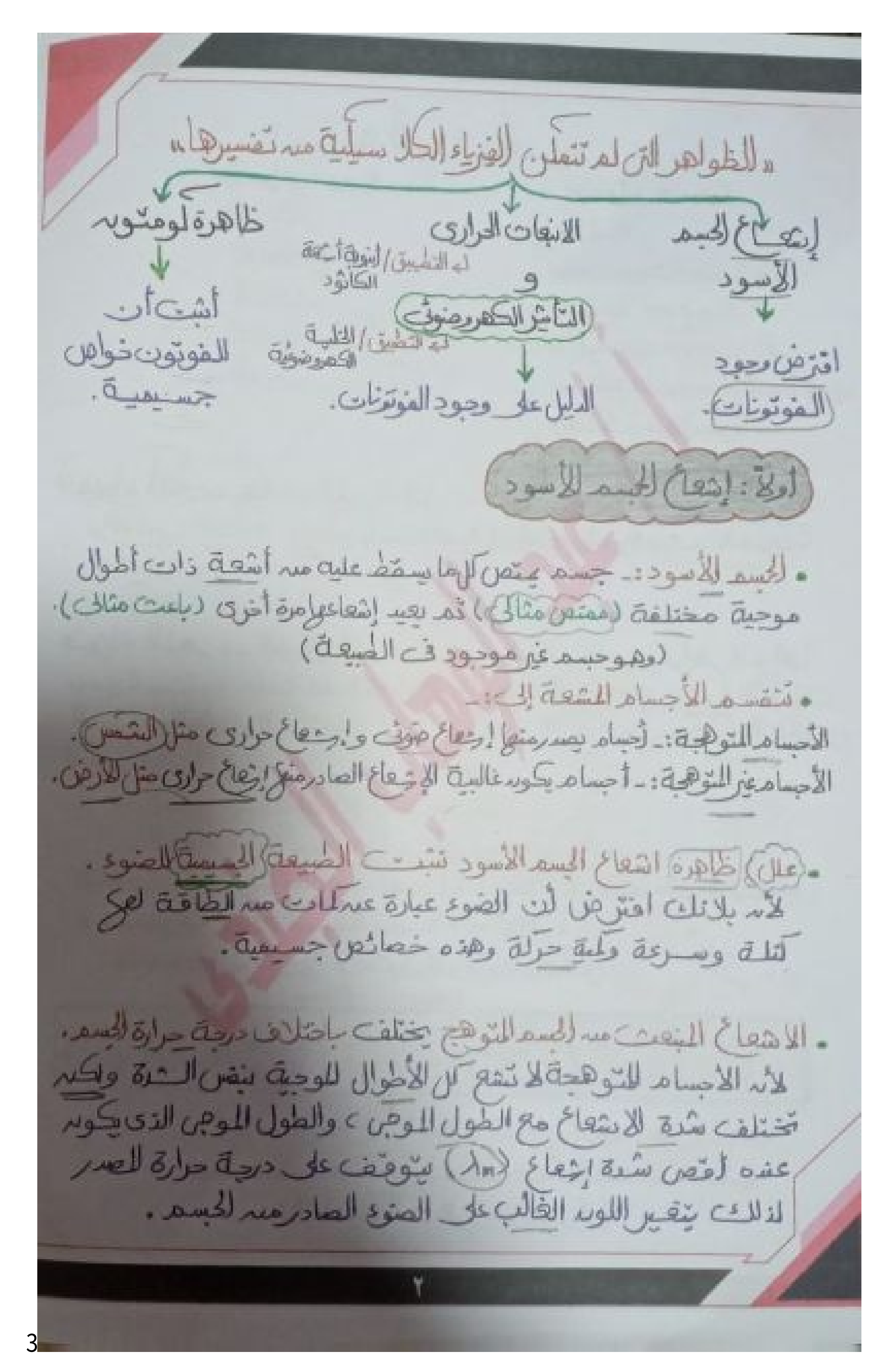
$C = 3\times10^8$

أشعة جاما	الأشعة السينية	الأشعة فوق البنفسجية	الضوء المرئي (400nm – 700nm)	الأشعة تحت الحمراء	الموجات الدقيقة	موجات الراديو

أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - أزرق - نيلي - بنفسجي

λ يقل - υ يزداد - $C = 3\times10^8 m/s$ ثابت ←

(الطيف الكهرومغناطيسي)



«الظواهر التي لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسيرها»

- إشعاع الجسم الأسود ← افترض وجود الفوتونات.
- الانبعاث الحراري (له التطبيق / أنبوبة أشعة الكاثود) و التأثير الكهروضوئي (له التطبيق / الخلية الكهروضوئية) ← الدليل على وجود الفوتونات.
- ظاهرة كومتون ← أثبت أن للفوتون خواص جسيمية.

أولاً: إشعاع الجسم الأسود

• الجسم الأسود: جسم يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (ممتص مثالي) ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى (باعث مثالي).
(وهو جسم غير موجود في الطبيعة)

• تنقسم الأجسام المشعة إلى:

الأجسام المتوهجة: أجسام يصدر منها إشعاع ضوئي وإشعاع حراري مثل الشمس.

الأجسام غير المتوهجة: أجسام يكون غالبية الإشعاع الصادر منها إشعاع حراري مثل الأرض.

• علل: ظاهرة إشعاع الجسم الأسود تثبت الطبيعة الجسيمية للضوء.
لأن بلانك افترض أن الضوء عبارة عن كمات من الطاقة لها كتلة وسرعة وكمية حركة وهذه خصائص جسيمية.

• الإشعاع المنبعث من الجسم المتوهج يختلف باختلاف درجة حرارة الجسم.
لأن الأجسام المتوهجة لا تشع كل الأطوال الموجية بنفس الشدة ولكن تختلف شدة الإشعاع مع الطول الموجي، والطول الموجي الذي يكون عنده أقصى شدة إشعاع (λ_m) يتوقف على درجة حرارة المصدر لذلك يتغير اللون الغالب على الضوء الصادر من الجسم.

منحنى بلانك

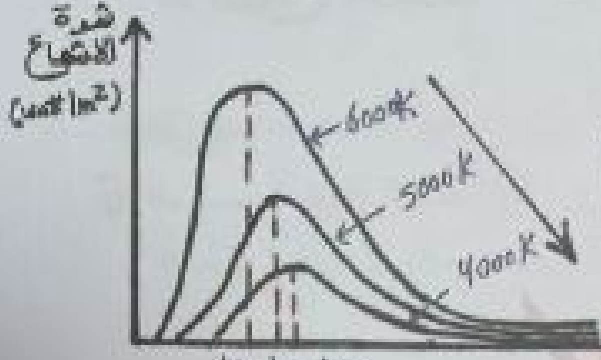
" هو منحنى يوضح العلاقة بين شدة الإشعاع الصادر من الجسم المشع والطول الموجي للطيف المنبعث عند درجة حرارة معينة "

رأي الكلاسيكية في الاشعاع الصادر من الأجسام :-

" يتناسب شدة الاشعاع تناسبا طرديا مع التردد "

لم تستطع الكلاسيكية تفسير منحنى بلانك

لأنه عند الترددات العالية تقترب شدة الاشعاع من الصفر في الجزء الأيسر من منحنى بلانك .



قانون فين

" يتناسب الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع تناسبا عكسيا مع درجة الحرارة المطلقة للجسم المشع ".

$$\frac{\lambda_{m_1}}{\lambda_{m_2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

look $(T\,K = T\,^\circ C + 273)$

look بزيادة درجة الحرارة $T\uparrow$

- تزداد الشدة الكلية للاشعاع $\uparrow$
- ويقل الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع $(\downarrow \lambda_m)$
- عند الأطوال الموجية الطويلة جداً والقصيرة جداً تقترب شدة الاشعاع من الصفر .

مثال :-

أوجد T_2

شدة الاشعاع — شمس 6000K — أرض T_2 — $\lambda(\mu m)$ — 0.499 — 9.66

الحل :-

$$\because \frac{\lambda_{m_1}}{\lambda_{m_2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{0.499\times10^{-6}}{9.66\times10^{-6}} = \frac{T_2}{6000}$$

$$\therefore T_2 = 310\,^\circ K$$

• $6000K$ للشمس • لمبة

40% ضوء ($\lambda_m = 500nm$) في منطقة الضوء المرئي)

50% حرارة

10% في باقي مناطق الطيف

• $310K$ للأرض

نتيجة انخفاض درجة حرارة الأرض يزداد ($\uparrow \lambda_m = 10000nm$) ويقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

100% حرارة

• $3000K$ المصباح

80% حرارة ($\lambda_m = 1000nm$ في منطقة الأشعة تحت الحمراء)

20% ضوء مرئي.

اختر:-

(١) النسبة المئوية للإشعاع الحراري الصادر من الأرض (100%) .... النسبة المئوية للإشعاع الحراري الصادر من الشمس (50%).
(أكبر من - أصغر من - يساوي)

(٢) إذا تم تسخين جسم فإن اللون الغالب في الإشعاع يتدرج من ....
(أحمر - برتقالي - أصفر ، أصفر - برتقالي - أحمر - كلاهما)

$\uparrow T \quad \downarrow \lambda$ ⟵

تطبيقات على الإشعاع الناتج من الجسم الساخن:-

• في الطب ⟵ في الكشف عن الأورام والأجنة.

• في التطبيقات العسكرية ⟵ في جهاز الرؤية الليلية.

• في الأدلة الجنائية ⟵ في الكشف عن الجرائم (الاستشعار عن بعد)

• في الكشف عن الثروات الطبيعية في الأرض ⟵ بتصوير الإشعاع الصادر منها بأقمار صناعية محمولة جواً (التصوير الحراري).

⟵ الموجات الميكرومترية (الميكروويف) (الموجات الدقيقة)
المستخدمة في الرادار.

فروض بلانك

1) الاشعاع يتكون من كمات من الطاقة يسمى كل منها فوتون (كم - كوانتم).
2) طاقة الإشعاع منفصلة غير متصلة أي معطاة $(E=nh\nu)$.
3) الذرة المستقرة في المستوى الواحد لا يصدر عنها أي اشعاع.
4) يصدر الاشعاع نتيجة تذبذب الذرات بين المستويات المختلفة.
5) كلما زادت طاقة الفوتونات زاد ترددها وقل عددها عند ثبوت الطاقة الكلية.
6) الاشعاع يتألف من بلايين الفوتونات التي تبدو للعين متصلة في حين أنها منفصلة وذلك لسرعة الضوء.

$h = 6.625 \times 10^{-34}$

هام

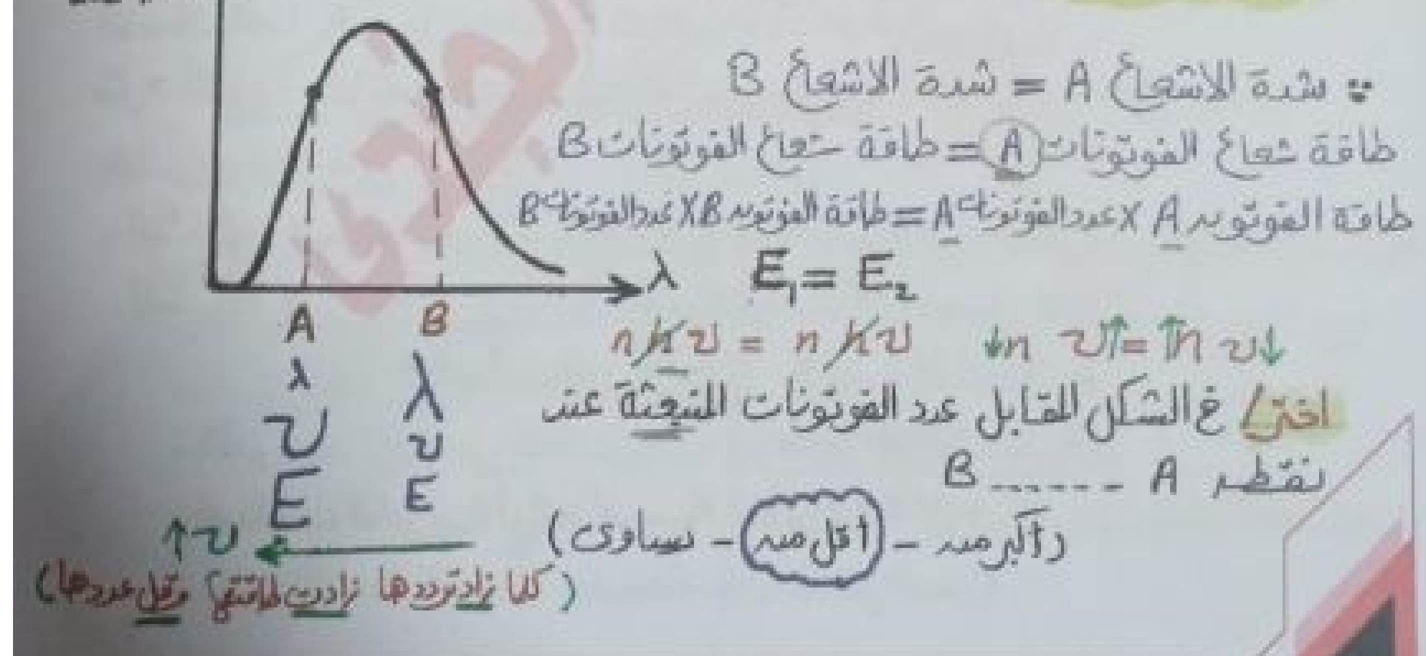
• الشدة الإشعاعية (I): المعدل الزمني للطاقة التي يشعها الجسم لوحدة المساحة.

$$I = \frac{P_w}{A} \quad (watt / m^2)$$

$I = \frac{P_w}{A}$

تتوقف الشدة على :-

- المسافة بين السطح والمصدر الضوئي (قانون التربيع العكسي).
- سعة الاهتزازة (A)
- التردد (ν)
- مساحة السطح
- نوع السطح



خلي بالك :-

∴ شدة الاشعاع A = شدة الاشعاع B

طاقة شعاع الفوتونات A = طاقة شعاع الفوتونات B

طاقة الفوتون A × عدد الفوتونات A = طاقة الفوتون B × عدد الفوتونات B

$E_1 = E_2$

$n h \nu = n h \nu$ $n\downarrow \nu\uparrow = n\uparrow \nu\downarrow$

A: λ ، ν ، E B: λ ، ν ، E

$\uparrow \nu$ ←

(كلما زاد ترددها زادت طاقتها وقل عددها)

اختر في الشكل المقابل عدد الفوتونات المشعة عند نقطة A ...... B

(أكبر من - أقل من - تساوي)

ثانياً: الانبعاث الحراري والتأثير الكهروضوئي

حاجز جهد السطح :- قوى التجاذب التي تجذب الإلكترونات نحو الداخل وتمنع تحررها من سطح المعدن.

إذا اكتسبت هذه الإلكترونات طاقة حرارية أو ضوئية يمكن أن تتحرر من المعدن بشرط أن تكون هذه الطاقة كافية للتغلب على حاجز جهد السطح.

- وهذه فكرة عمل :- أنبوب شعاع الكاثود ، الخلية الكهروضوئية

أنبوبة شعاع الكاثود CRT

شاشة فلورسية

حزمة إلكترونات

بقعة مضيئة

فتيلة

مصدر حراري لتسخين الكاثود

(-) الشبكة

(+) أنود

X Y

ألواح توجيه

نظام تحريك الشعاع

المدفع الإلكتروني الكاثود

الاستخدام: في عمل شاشة التلفزيون والكمبيوتر.

فكرة العمل: الانبعاث الحراري (الكهروحراري) (الأيوني الحراري).

*** التركيب :-**

- **الكاثود :-** يسخن باستخدام فتيلة فينبعث منه إلكترونات.
- **الشبكة :-** التحكم في شدة الإلكترونات التي تصل للشاشة.

* السالبية عكس الجهد والشدة *

- **الأنود :-** تعجيل الإلكترونات ودفعها نحو الشاشة.
- **المجالات الكهربية أو المغناطيسية (الألواح X ، Y) :-** تحريك الشعاع الإلكتروني لمسح الشاشة نقطة بنقطة حتى تكتمل الصورة.

• شاشة فلورسية متصلة بقطب موجب :- لتلتقط الإلكترونات المنبعثة من الكاثود مما يسبب تيارًا في الدائرة الخارجية
فلورسية ← تضاء عند سقوط الإلكترونات عليها .

س) ماذا يحدث لو لم يوجد المجالات الكهربية أو المغناطيسية في أنبوب شعاع الكاثود ؟ تظهر بقعة مضيئة في وسط الشاشة ولا تضاء الشاشة كاملة .

لاحظ / كلما زاد جهد الشبكة في أنبوبة CRT تزداد شدة الالكترونات الواصلة للشاشة
وكلما زادت سالبية الشبكة تقل شدة الالكترونات الواصلة للشاشة
(زادت ، قلت ، لا تتأثر) * السالبية عكس الجهد والشدة *

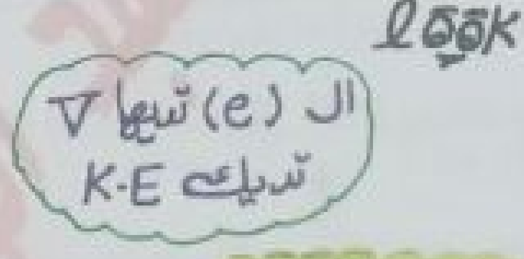
look

$$eV = K.E$$

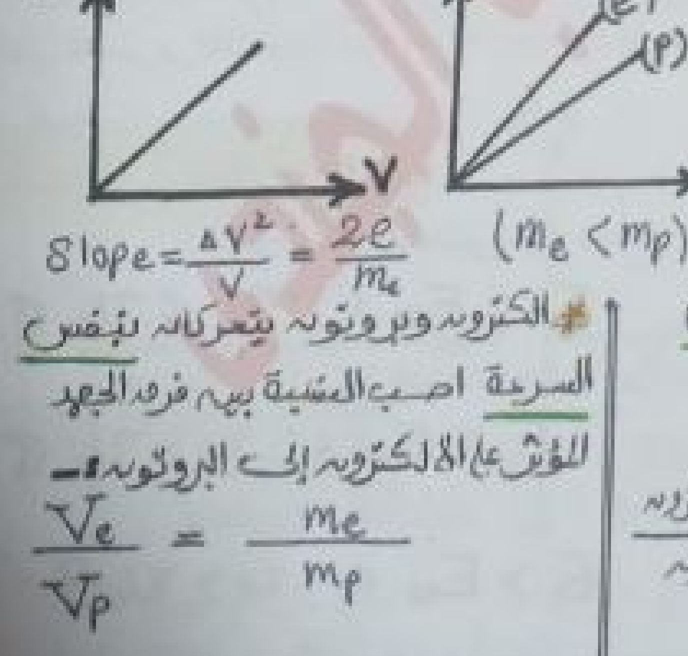
شحنة الالكترون ← e ، فرق الجهد ← V ، طاقة الحركة ← $K.E$

$$eV = \frac{1}{2}mv^2$$

فرق جهد ← V ، سرعة ← v



خلي بالك :-



$$Slope = \frac{\Delta v^2}{V} = \frac{2e}{m_e}$$

$(m_e < m_p)$

$$1\ eV \xrightarrow{\times 1.6 \times 10^{-19}} J$$

الكترون فولت

* الكترون وبروتون تسلط عليها نفس فرق الجهد :-

$$\frac{\text{سرعة الالكترون } V_e}{\text{سرعة البروتون } V_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}$$

* الكترون وبروتون يتحركان بنفس السرعة احسب النسبة بين فرق الجهد اللازم للإلكترون إلى البروتون :-

$$\frac{V_e}{V_p} = \frac{m_e}{m_p}$$

الخلية الكهروضوئية

الاستخدام: تستخدم في فتح وغلق الأبواب آلياً

فكرة العمل: التأثير الكهروضوئي (انبعاث الإلكترونات من سطح المعدن عند سقوط ضوء ذو تردد معين عليها)

* من وجهة نظر الكلاسيكية يتوقف انبعاث الالكترونات من سطح الفلز على :-
① شدة الضوء الساقط بصرف النظر عن التردد .
② إذا كانت الشدة ضعيفة فإنه عليه بزيادة زمن التعرض للضوء أي تتراكم الطاقة وتتحرر الالكترونات بعد فترة كافية من التعرض للضوء .

- **دالة الشغل E_w** : الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون من سطح معدن دون إكسابه طاقة حركة .
- **التردد الحرج ν_c** : أقل تردد للضوء الساقط يكفي لتحرير الكترون من سطح معدن دون إكسابه طاقة حركة.
- **الطول الموجي الحرج λ_c** : أكبر طول موجي للضوء الساقط على سطح معدن يكفي لتحرير الالكترونات منه دون إكسابها طاقة حركة.

تفسير أينشتين :-

عند سقوط ضوء على سطح معدن وكان :-

① $\nu < \nu_c$ ، $E < E_w$

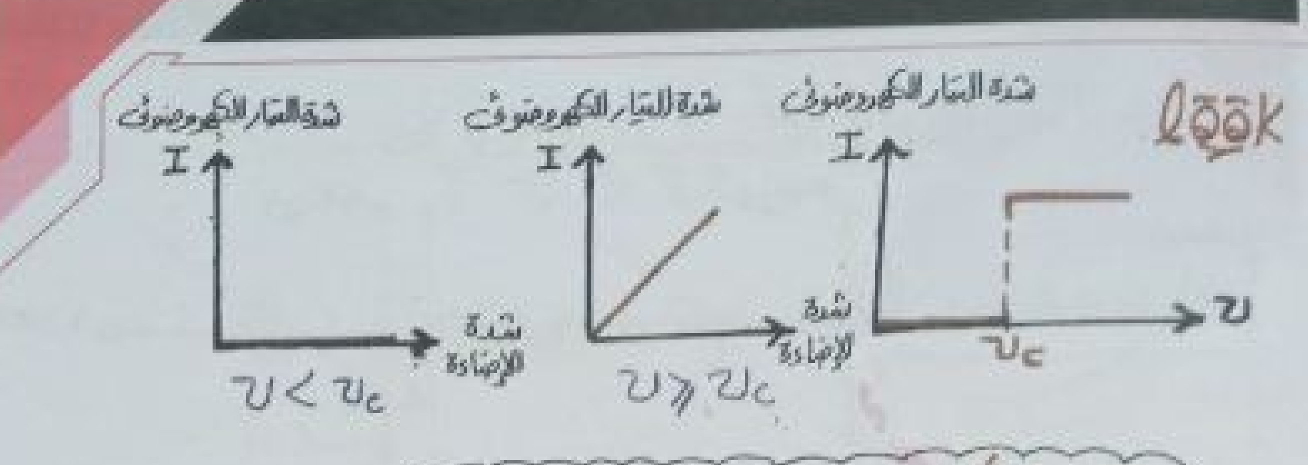
لا تتحرر إلكترونات مهما زادت الشدة والزمن .

② $\nu = \nu_c$ ، $E = E_w$

تتحرر بالكاد $K.E = 0$

③ $\nu > \nu_c$ ، $E > E_w$

تتحرر الالكترونات مكتسبة طاقة حركة .



معادلة أينشتين للظاهرة الكهروضوئية

$$E = E.w + K.E$$

طاقة الضوء الساقط — دالة الشغل للفلز — طاقة حركة الالكترونات

$$h\nu = h\nu_c + \frac{1}{2} m_e V^2$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_c} + \frac{1}{2} m_e V^2$$

* نفس الفلز = نفس دالة الشغل

$$Ew_1 = Ew_2$$

$$E_1 - K.E_1 = E_2 - K.E_2$$

* نفس الضوء = نفس الطاقة

$$E_1 = E_2$$

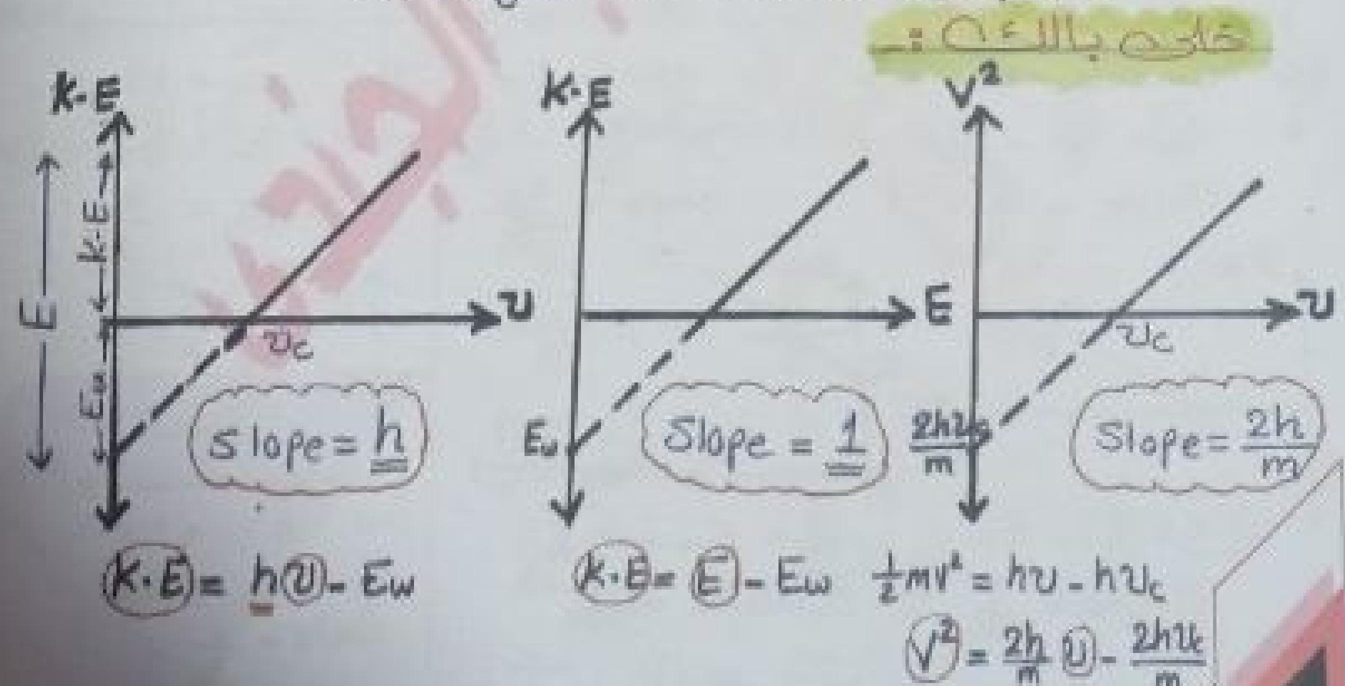
$$E.w_1 + K.E_1 = E.w_2 + K.E_2$$

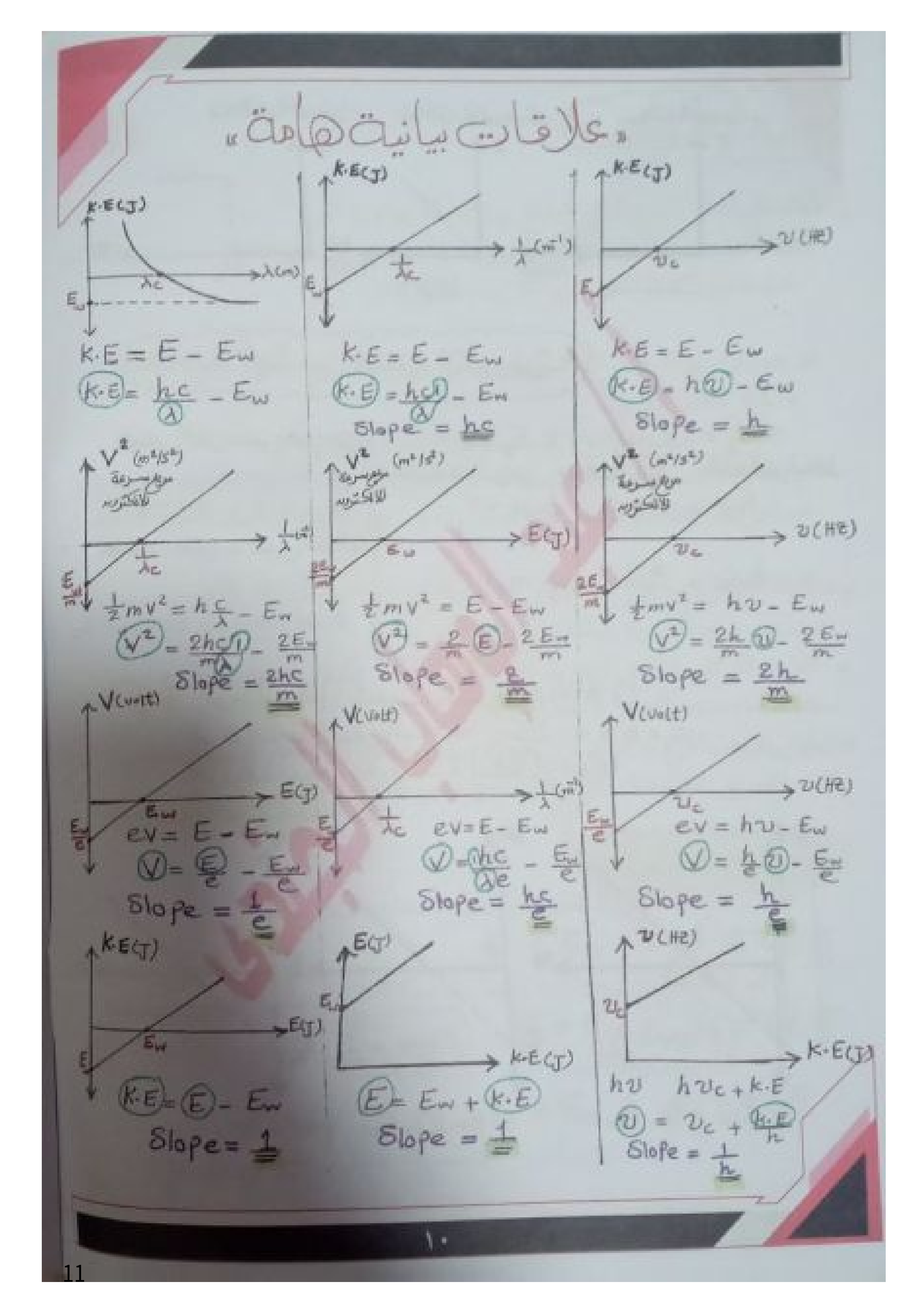
look لو سأل هل ينبعث إلكترونات أم لا ؟!

١- هات E للضوء الساقط $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

٢- وبعدين قارنه بدالة الشغل (E_w).

خلي بالك :-





«علاقات بيانية هامة»
K.E(J)
λ(m)
λc
Ew
K.E = E − Ew
K.E = hc/λ − Ew
K.E(J)
1/λ (m⁻¹)
1/λc
Ew
K.E = E − Ew
K.E = hc(1/λ) − Ew
Slope = hc
K.E(J)
ν (Hz)
νc
Ew
K.E = E − Ew
K.E = hν − Ew
Slope = h
V² (m²/s²)
مربع سرعة الالكترون
1/λ (m⁻¹)
1/λc
Ew/m
½mv² = hc/λ − Ew
V² = 2hc(1/λ)/m − 2Ew/m
Slope = 2hc/m
V² (m²/s²)
مربع سرعة الالكترون
E(J)
Ew
2Ew/m
½mv² = E − Ew
V² = 2/m E − 2Ew/m
Slope = 2/m
V² (m²/s²)
مربع سرعة الالكترون
ν (Hz)
νc
2Ew/m
½mv² = hν − Ew
V² = 2h/m ν − 2Ew/m
Slope = 2h/m
V(volt)
E(J)
Ew
Ew/e
eV = E − Ew
V = E/e − Ew/e
Slope = 1/e
V(volt)
1/λ (m⁻¹)
1/λc
E/e
eV = E − Ew
V = hc/(λe) − Ew/e
Slope = hc/e
V(volt)
ν (Hz)
νc
Ew/e
eV = hν − Ew
V = h/e ν − Ew/e
Slope = h/e
K.E(J)
E(J)
Ew
E
K.E = E − Ew
Slope = 1
E(J)
Ew
K.E(J)
E = Ew + K.E
Slope = 1
ν (Hz)
νc
K.E(J)
hν hνc + K.E
ν = νc + K.E/h
Slope = 1/h
١٠

هاااااام جداااا

$(\nu > \nu_c)$

* لو سقطت الفوتونات بنفس المعدل (ϕ_L) :-

الشدة	تزود	شدة
شدة الضوء الساقط (عدد الفوتونات)		شدة التيار الكهروضوئي (عدد الالكترونات المنبعثة فى الثانية)
الطاقة	تزود	طاقة
طاقة الضوء الساقط $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ (تردد)		طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة $K.E = \frac{1}{2}mv^2$ (سرعة)

ولا طاقة تزود شدة ولا شدة تزود طاقة.

* ولو سقطت الفوتونات بنفس الشدة (I) :-

الطاقة تقلل شدة يعني إيه ؟!!!

يعني (الأقل طاقة أقل شدة). إزاى ؟!!

أخضر — أحمر

$$I = I$$

$$\frac{P_w}{A} = \frac{P_w}{A}$$

$$\frac{h\nu\phi_L}{A} = \frac{h\nu\phi_L}{A}$$

$$\frac{h\nu N}{A \cdot t} = \frac{h\nu N}{A \cdot t}$$

$$\uparrow\nu\ N\downarrow = \downarrow\nu\ N\uparrow$$

* دالة الشغل للفلز تتوقف على نوع الفلز فقط ($E_w = h\nu_c$)

س) سقط ضوء على سطح فلز وانبعثت إلكترونات إذا زادت شدة هذا الضوء الساقط ماذا يحدث لكل من:-

١) سرعة الالكترونات المنبعثة (لا تتأثر)
٢) عدد الإلكترونات المنبعثة في الثانية (تزداد)
٣) دالة الشغل للفلز (لا تتأثر)

س) سقط ضوء على سطح فلز بطول موجي أكبر من الطول الموجي الحرج --------

(تنبعث الكترونات بالكاد - لا تنبعث الكترونات - تنبعث الكترونات مكتسبة طاقة حركة)

$\because \lambda > \lambda_c \Rightarrow \therefore \nu < \nu_c$

س) سقط ضوء على فلزين A, B وانبعثت الكترونات دالة الشغل لـ A أكبر من B تكون طاقة حركة الالكترونات المنبعثة في حالة A ----- حالة B

(أكبر من - أقل من - تساوي)

* لو زادت E.w تقل K.E عشان يفضل مجموعهم ثابت *

$E = E.\omega + K.E$

ثابت "نفس الضوء" ↑ ↓

س) سقط ضوء (A) على فلز وانبعثت الكترونات بطاقة حركة K.E
فإذا سقط ضوء (B) على نفس الفلز وانبعثت الكترونات بطاقة
حركة 2K.E تكون طاقة (A) .... طاقة (B)
(أكبر منه - أقل منه - يساوي)

$E = E_w + K.E$

ثابت
نفس الفلز

س) يفضل أن يكون الكاثود في الخلية الكهروضوئية
ذو دالة شغل (كبيرة - صغيرة - ليس له علاقة)

مسألة :-

إذا علمت أن ثابت بلانك
6.625×10^{-34} J.S وسرعة الضوء
3×10^{8} m/s أجب عن الآتي :-

$K.E \times 10^{-19}$

$\upsilon \times 10^{14}$

A B 4 6 8 10

① أي العنصرين الفلزيين أكبر دالة شغل ؟
(B) $E_w = h\upsilon_c$ $(\upsilon_c)_B > (\upsilon_c)_A$

② احسب دالة الشغل للفلز (A) :-

$\because (\upsilon_c)_A = 4 \times 10^{14}$ HZ

$\therefore (E_w)_A = h(\upsilon_c)_A = 6.625 \times 10^{-34} \times 4 \times 10^{14} = 2.65 \times 10^{-19}$ J

٣) إذا سقط ضوء بتردد 6×10^{14} هيرتز احسب طاقة الحركة للالكترونات المنبعثة :-

الفلز (B) لا تنبعث منه الكترونات $(\upsilon < \upsilon_c)$

الفلز (A) تنبعث منه الكترونات مكتسبة طاقة حركة مقدارها

$K.E = E - E_w$

$K.E = h\upsilon - E_w$

$K.E = 6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14} - 2.65 \times 10^{-19} = 1.325 \times 10^{-19}$ J

④ لماذا يكون الخطان متوازيان ؟
لأن الميل ثابت (h).

look سرعة الإلكترونات المنبعثة من نفس السطح بنفس الضوء الساقط تختلف وذلك باختلاف البعد والقرب من سطح المعدن فالإلكترون على السطح ينبعث منه طاقة أكبر من الإلكترون المنبعث من الداخل حيث تعوقه ذرات المعدن حتى ينفذ (بنفس الضوء الساقط).

س) عند سقوط ضوء أحادى اللون تردده أكبر من التردد الحرج على سطح معدن تنبعث إلكترونات بسرعات مختلفة بسبب ---------

أ) الضوء الساقط يحتوى على ترددات مختلفة   ب) الضوء الساقط تختلف شدته

ج) الضوء الساقط فوتونات مختلفة في التردد

د) إنبعاث الإلكترون من الذرات القريبة من السطح وأخرى بعيدة عن السطح

$K \cdot E_1$

$K \cdot E_2$

$K \cdot E_1 > K \cdot E_2$

لارتباط الإلكترون الداخل بطاقة ربط أكبر من السطح.

س) إذا كانت طاقة ربط الإلكترونات فى سطح معدن تمثل بمخطط الطاقة الموضح :-

$h\nu_c = 0$

$E_\infty = 0eV$

الطاقة

$E_1 = -2eV$

$E_2 = -3eV$

$E_3 = -4eV$

$E_4 = -5eV$

1) تكون دالة الشغل لهذا المعدن مساوية ------

(2eV - 3eV - 4eV - 5eV)

2) إذا سقطت فوتون طاقته 4eV يتحرر الكترون من مستوى ......

(E_1 بطاقة حركة 2eV - E_2 بطاقة حركة 3eV

E_3 بطاقة حركة 1eV - E_3 بطاقة حركة 2eV)

س) عند زيادة تردد المصدر الضوئى ماذا يحدث لقراءة الأميتر ؟ لا يتأثر

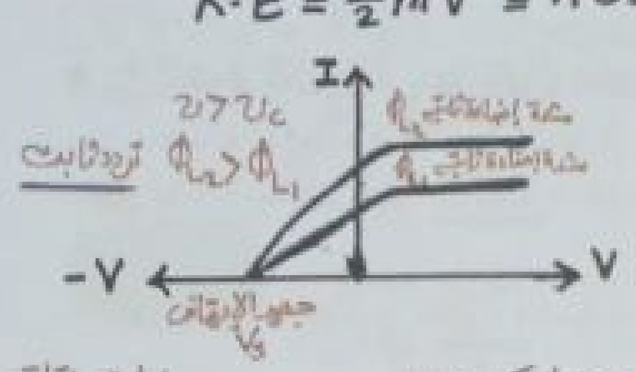
س) وعند ابعاد المصدر الضوئى ماذا يحدث لقراءة الأميتر؟ تقل شدة التيار لنقص شدة طبقاً لقانون التربيع العكسى

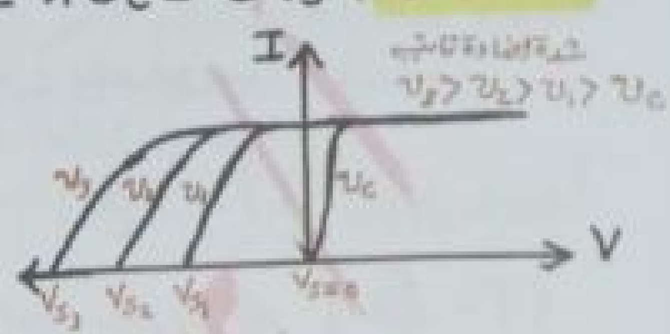
حيث (يقل عدد الفوتونات الساقطة على الكاثود ← فيقل عدد الالكترونات الكهروضوئية المنطلقة منه ← فيقل شدة التيار الكهروضوئى الناتج)

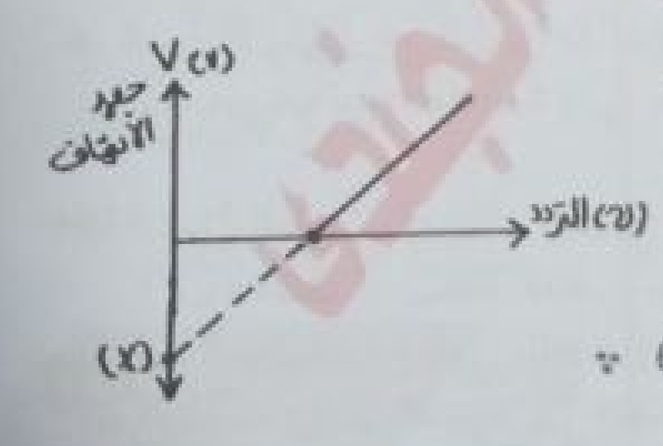
جهد الإيقاف (Vs) Stopping Voltage للإطلاع فقط

«هو أقل جهد سالب يكفي لجعل التيار منعدم»

$$K \cdot E = \frac{1}{2} m v^2 = h\nu - h\nu_c = eV_s$$ (معادلة اينشتين)







س) استخدمت الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل المقابل لدراسة الظاهرة الكهروضوئية، دالة الشغل لمعدن مهبط الخلية بوحدة J تساوي ....

(5.7×10^{-19} - 2×10^{-19} - 8.1×10^{-7} - 1.5×10^{-7})

$$\because K \cdot E = E - E_w = eV_s$$

$$\therefore E_w = E - eV_s = \frac{hc}{\lambda} - eV_s$$

$$= \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{350\times10^{-9}} - 2.3\times1.6\times10^{-19} = 2\times10^{-19}\,J$$

س) ميل الخط المستقيم في الشكل يمثل :-

($\frac{e}{h}$ - $\frac{h}{e}$ - e)

$$\because eV_s = h\nu - E_w$$

$$\therefore V_s = \frac{h}{e}\nu - \frac{E_w}{e}$$

Slope

خلي بالك

$$F = \frac{2P_w}{c} \quad (N)$$

هذه القوة صغيرة جداً لا يظهر تأثيرها على جسم كبير مثل كرة أو حائط تأثيراً ملحوظاً ولكن بالنسبة للإلكترون هذه القوة تستطيع تحريكه وقذفه بعيداً نظراً لصغر كتلته وحجمه وهذا هو تفسير كومتون.

* في القوة التي يؤثر بها شعاع ضوئي على سطح :-

عند حساب قوة الشعاع الضوئي المؤثرة على سطح :-

١) إذا كان السطح عاكساً : فإن $\left(F = \frac{2P_w}{c}\right)$

٢) إذا كان السطح معتماً : (سقط الفوتون ولم يرتد) فإن $\left(F = \frac{P_w}{c}\right)$

٣) إذا كان السطح شفافاً : (ولم ينعكس أي ضوء) فإن $(F = 0)$

- عللـ لشعاع ضوئي ذو قدرة عالية :- أن يحرك ريشة مروحة خفيفة في أنبوبة مفرغة من الهواء.

* أكبر قوة يؤثر بها الشعاع الضوئي على سطح عندما يكون الشعاع عمودياً على السطح، بينما تقل القوة عندما يكون الشعاع مائلاً وتنعدم عندما يكون موازياً للسطح.

* القوة التي يؤثر بها الشعاع على السطح تسبب ضغطاً عليه يسمى (ضغط الشعاع) ويمكن حسابه من العلاقة $\left(P = \frac{F}{A}\right)$.

س) الشعاع الضوئي الساقط على سطح لامع يسبب في السطح ....

(قوة فقط - ضغط فقط - قوة وضغط - لا يحدث قوة ولا ضغط)

س) عدد الفوتونات في شعاع طاقته 1J من الضوء الأخضر N_1 ...... عدد الفوتونات في شعاع طاقته 1J من الضوء الأحمر N_2 في نفس الزمن

(أكبر - أقل - تساوي)

$\because P_w = h\nu\phi_L = h\nu \frac{N}{t}$ $\quad \therefore N = \frac{P_w \cdot t}{h\nu}$ (نفس الطاقة و ثابت) $\quad \therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\text{أقل}}{\text{أكبر}} = \text{أقل}$

خواص الفوتون

- كم من الطاقة ($h\nu$) غير مشحون وله طبيعة موجية وجسيمية.
- لا كتلة سكون له وسرعته ثابتة في الفراغ $C = 3 \times 10^8\ m/s$.

look
- معادلة أينشتين للتأثير الكهروضوئي ($E = E_w + K.E$)
- علاقة أينشتين لتحويل الكتلة لطاقة ($E = mc^2$)

القوانين :-

للفوتون

طاقة $E = h\nu = mc^2$

كمية تحرك $P_L = \frac{h\nu}{c} = mc = \frac{h}{\lambda}$

كتلة $m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$

سكون $m = \text{صفر}$

طول موجي $\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mc} = \frac{c}{\nu}$

استنتاج قوة تأثير الفوتونات على سطح عاكس

عند سقوط شعاع ضوئي تردده ν على سطح ما ثم انعكس فإن:-

ذهاباً $P_L = mc$

إياباً $P_L = -mc$

التغير $\Delta P_L = 2mc$

قانون نيوتن الثاني $F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t}$

لفوتون $F = \frac{2mc}{\Delta t}$

لعدد من الفوتونات $F = \frac{2mcN}{t}$

$F = 2mc\,\phi_L$

$F = 2\left(\frac{h\nu}{c^2}\right)c\,\phi_L$

$F = \frac{2h\nu\,\phi_L}{c}$

$$F = \frac{2P_w}{c}$$ *

* * * * *

إثبات فرعي

$\because P_w = \frac{E}{t} = \frac{h\nu}{t} = \frac{h\nu N}{t}$

$\therefore P_w = h\nu\,\phi_L$

* ϕ_L معدل سقوط الفوتونات على السطح

* وحدة قياسها Photon /s

- الخلاصة :-

قوة تأثير الفوتونات $F = 2mc\phi_L = \frac{2h\nu}{c}\phi_L = \frac{2P_w}{c}$

القدرة $P_w = h\nu\phi_L$

للفيض $\phi_L = \frac{N}{t}$

س) قدرة مصدر ليزر 300mw عند طول موجي $6625\,\mathring{A}$ فيكون عدد الفوتونات المنبعثة من هذا المصدر كل دقيقة هي .... فوتون

$(6\times10^{19}$ – 6×10^{18} – 6×10^{17} – $6\times10^{16})$

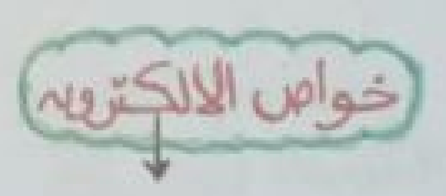
$\because \phi_L = \frac{P_w}{h\nu} = \frac{P_w\lambda}{hc} = \frac{300\times10^{-3}\times6625\times10^{-10}}{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}} = 10^{18}\ photon/s$

$\therefore N = \phi_L \cdot t = 10^{18}\times60 = 6\times10^{19}\ Photon$

س) اذا كان عدد الفوتونات المرتدة عن سطح فلز في ثانية واحدة ϕ_L وتردد هذا الضوء (ν) فإن القوة المؤثرة على السطح ....

$(\frac{2h\phi_L}{\lambda}$ – $\frac{2\lambda c\phi_L}{h}$ – $\frac{2h\lambda\phi_L}{c}$ – $\frac{2hc\phi_L}{\lambda})$

$\because F = \frac{2h\nu\phi_L}{c} = \frac{2h\phi_L}{\lambda}$



جسيم مادي شحنته سالبة وله طبيعة موجية.
يمكن تعجيله بالمجال الكهربي.

للالكترون

طاقة $K.E = \frac{1}{2}mV^2$

كمية تحرك $P_L = mV = \frac{h}{\lambda}$ $\qquad m_e = 9.1\times10^{-31}\,kg$ ثابت

طول موجي $\lambda = \frac{h}{mV}$

$eV = \frac{1}{2}mV^2$

خلي بالك :-

القوّة $F = \frac{2P_w}{c}$

الشدة $I = \frac{P_w}{A}$

الضغط $P = \frac{F}{A} = \frac{2P_w}{c \cdot A} = \frac{2I \cdot A}{c \cdot A} = \frac{2I}{c}$ (الشدة)

س) سلط ضوء على سطح عاكس بنسبة 100% ، تبلغ مساحة السطح $6 m^2$ يؤثر الضوء بقوة مقدارها $1.5 \times 10^{-6} N$ على السطح ، ما شدة الضوء ؟!
$(c = 3 \times 10^8 m/s)$
($1350 w/m^2$ - $450 w/m^2$ - $75 w/m^2$ - $37.5 w/m^2$)

$\because F = \frac{2P_w}{c} = \frac{2I \cdot A}{c}$

$1.5 \times 10^{-6} = \frac{2 \times I \times 6}{3 \times 10^8}$ $\therefore$ الشدة $I = \frac{450}{12} = 37.5 w/m^2$

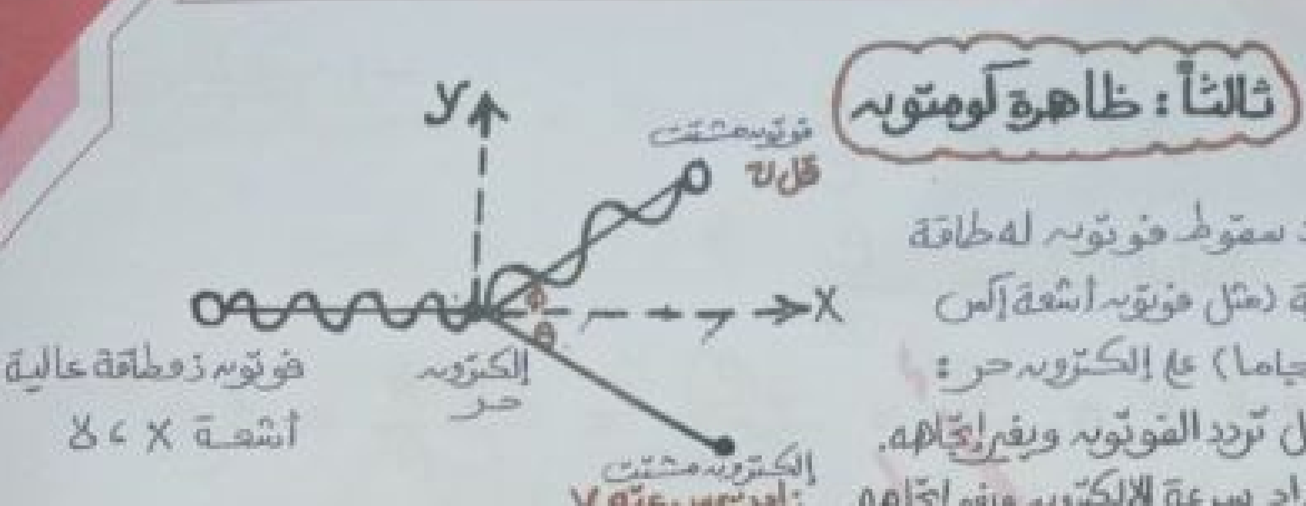
س) وجه ضوء على سطح عاكس بنسبة 100% ، يؤثر الضوء بضغط قيمته $1.2 \times 10^{-6} N/m^2$ على السطح . ما شدة الضوء ؟!
$(c = 3 \times 10^8 m/s)$
($180 w/m^2$ - $360 w/m^2$ - $90 w/m^2$ - $20 w/m^2$)

$\because$ الضغط $P = \frac{2I}{c}$ الشدة

$1.2 \times 10^{-6} = \frac{2I}{3 \times 10^8}$ $\therefore I = \frac{3.6 \times 10^2}{2} = 180 w/m^2$

س) قوة الشعاع الضوئي على السطح الأبيض ..... قوته على السطح الأسود.
(أكبر من - أقل من - تساوي)

ثالثاً : ظاهرة كومتون



عند سقوط فوتون له طاقة عالية (مثل فوتون اشعة اكس أو جاما) على إلكترون حر :
يقل تردد الفوتون ويغير اتجاهه.
تزداد سرعة الإلكترون ويغير اتجاهه.

* لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسير ظاهرة كومتون .
لأنها تعتبر الضوء موجات كهرومغناطيسية وليس جسيم .

* اثبت كومتون أن التصادم تصادم مرن حيث يكون :-
- مجموع كميتي تحرك الفوتون والإلكترون قبل التصادم مباشرةً = مجموع كميتي تحرك الفوتون والإلكترون بعد التصادم مباشرةً (قانون بقاء كمية التحرك)

- مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون قبل التصادم مباشرةً = مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون بعد التصادم مباشرةً (قانون بقاء الطاقة)

$$E + K.E = E' + K.E'$$

$$h\nu + \frac{1}{2}mv^2 = h\nu' + \frac{1}{2}mv'^2$$

علل) تردد الفوتون يقل والإلكترون يزداد سرعته بعد التصادم
لأن الفوتون يفقد جزء من طاقته للإلكترون ويقل تردده ($E = h\nu$)
والإلكترون يكتسب هذا الكم من الطاقة فتزداد سرعته .

الخلاصة :- (ظاهرة كومتون بعد التصادم)

- الفوتون يقل تردده وكل حاجة تقل معاه ماعدا الطول الموجي يزداد والسرعة ثابتة .

- الإلكترون تزداد سرعته وكل حاجة تزيد معاه ماعدا الطول الموجي يقل والكتلة ثابتة .

look لو قالك أي حاجة ساكنة حط سرعتها بصفر .

علل) ظاهرة كومتون تثبت الصفة الجسيمية للفوتون.

لأنها توضح أن الفوتون يتصادم مع الإلكترون كجسيم له كتلة وسرعة (كمية تحرك) مثل الإلكترون.

س) سقط فوتون من أشعة جاما طاقته $6.62 \times 10^{5} eV$ على إلكترون حر فتشتت الفوتون في اتجاه معين بطاقة $5 \times 10^{5} eV$ ، احسب الزيادة في طاقة حركة الإلكترون بوحدة الجول ، ثم احسب النقص في كتلة الفوتون.

الحل

مقدار الزيادة في طاقة حركة الإلكترون = مقدار النقص في طاقة الفوتون

$$(E + K.E)_{قبل} = (E + K.E)_{بعد}$$

$$6.62 \times 10^{5} + 0 = 5 \times 10^{5} + K.E$$

$$= \Delta E \leftarrow \therefore K.E = 1.62 \times 10^{5} eV = 1.62 \times 10^{5} \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.59 \times 10^{-14} J$$

$$\therefore m = \frac{\Delta E}{C^2} = \frac{2.59 \times 10^{-14}}{(3 \times 10^{8})^2} = 2.88 \times 10^{-31} Kg$$

س) فوتون أشعة جاما طاقته $662 \ KeV$ حدث له تشتت متعدد بواسطة الإلكترونات داخل المادة كما بالشكل احسب كلاً من:-

① $h\upsilon'$ ② $K.E_e$

$h\upsilon = 662 KeV$, $h\upsilon'$, $K.E_{e_2} = 100 KeV$, $h\upsilon'' = 400 KeV$, $K.E_{e_1}$

الحل

$$\because h\upsilon' = h\upsilon'' + K.E_{e_2}$$

$$h\upsilon' = 400 + 100 = 500 \ KeV$$

$$\because h\upsilon = h\upsilon' + K.E_{e_1}$$

$$662 = 500 + K.E_{e_1}$$

$$\therefore K.E_{e_1} = 162 \ KeV$$

النموذج الماكروسكوبي والميكروسكوبي

← عند سقوط فوتونات على سطح ما فإنه مقارنة تحدث بين λ للفوتون والمسافات البينية لذرات السطح حيث :-

* إذا كانت λ أكبر بكثير من المسافات البينية ← فإن الفوتونات تعامل السطح كسطح متصل فتنعكس منه ← كما في النموذج الموجي للضوء (الماكروسكوبي)
  يطبق ↓
  إذا اعترض فوتونات الضوء عائق أبعاده أكبر بكثير من λ

* إذا كانت λ مقارب للمسافات البينية ← فإن الفوتونات تنفذ من خلال الذرات وهذا يحدث مثلاً في أشعة X ← كما في النموذج الجسيمي للضوء (الميكروسكوبي)
  يطبق ↓
  إذا اعترض فوتونات الضوء عائق في حجم الذرة أو الإلكترون.

معادلة دى برولى للجسيمات

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$$

↩ الطول الموجي لموجة مصاحبة لجسيم متحرك يساوي النسبة بين ثابت بلانك وكمية حركة الجسيم .

الميكروسكوب الإلكتروني

كاثود
أنود
ملف المكثف
ملف الشيئية
ملف الإسقاط
الصورة النهائية

• فكرة العمل :- الطبيعة الموجية للإلكترون .

• الشرح :- بزيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود في المجهر الإلكتروني تزداد طاقة حركة الإلكترون وبالتالي تزداد سرعته ($KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$) ومن معادلة دى برولى ($\lambda = \frac{h}{m_e v}$) نجد أنه بزيادة سرعة الإلكترون يقل الطول الموجي المصاحب لحركته حتى يصبح أقل من أبعاد الجسم وبذلك يمكن تكوين صورة مكبرة له.

• شرط الرؤية :- أن يكون الطول الموجي للأشعة الساقطة أقل من أبعاد الجسم المراد رؤيته. ($\lambda < L$)

* مسائل الميكروسكوب الإلكتروني :-

$$P = mV \quad , \quad K.E = \frac{1}{2} m_e V^2$$

$$eV = \frac{1}{2} m_e v^2 \longrightarrow V = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$

$$\lambda = \frac{h}{mV}$$

• اتصرف وهات λ لو طلعت أقل من أبعاد الجسم يمكن رؤيته والعكس.
• لو أعطى أقل جسم يمكن رؤيته اعتبره λ وهات المطلوب.

س) استخدم ميكروسكوب إلكتروني لفحص فيروس قطره $25\,\mathring{A}$ ، فإذا كان فرق الجهد بين الآنود والكاثود $6000\,V$ ، هل يمكن رؤية الفيروس أم لا ؟!

الحل

$$\because eV = \frac{1}{2} m_e V^2$$

$$\therefore V = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 6000}{9.1 \times 10^{-31}}} = 4.59 \times 10^{7}\ m/s$$

$$\therefore \lambda = \frac{h}{m_e V} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 4.59 \times 10^{7}} = 1.59 \times 10^{-11}\ m$$

$$\simeq 0.16\,\mathring{A} < 25\,\mathring{A}$$

∴ يمكن رؤية الفيروس لأن الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترونات الشعاع الإلكتروني أقل من قطر الفيروس.

س) إذا ازدادت كمية تحرك جسم بمقدار 25% فإن طاقة حركته تزداد بمقدار .... تقريباً.

(25% - 38% - 56% - 65%)

$\because P_{L_2} = P_{L_1} + \frac{25}{100} P_{L_1} = \frac{5}{4} P_{L_1}$

$\because P_{L_2} = \frac{5}{4} P_{L_1}$ ($\because P_L = mV$ ، $\because$ كتلة الجسم ثابتة)

$\therefore m_2 V_2 = \frac{5}{4} m V_1$ $\therefore V_2 = \frac{5}{4} V_1$

$\because (K.E)_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{2} m (\frac{5}{4} V_1)^2 = (\frac{5}{4})^2 \frac{1}{2} m V_1^2$

$\therefore (K.E)_2 = (\frac{5}{4})^2 (K.E)_1 = 1.56 (K.E)_1$

مقدار الزيادة $\Delta K.E = (K.E)_2 - (K.E)_1$

$= 1.56 (K.E)_1 - (K.E)_1 = 0.56 (K.E)_1$

$\therefore$ تزداد طاقة الحركة بنسبة 56%

س) إذا ازدادت طاقة حركة جسم 16 مرة تكون نسبة التغير في الطول الموجي لدى برولي .... (75% - 60% - 50% - 25%)

$\because (K.E)_2 = 16 (K.E)_1$ $\frac{1}{2} m V_2^2 = 16 \frac{1}{2} m V_1^2$

$\therefore V_2^2 = 16 V_1^2 \rightarrow V_2 = 4 V_1$

$\because \lambda = \frac{h}{mV}$ $(\lambda \propto \frac{1}{V})$ $\therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{4 V_1}{V_1} = 4$

التغير $\leftarrow \Delta\lambda$

نسبة التغير $\leftarrow \frac{\Delta\lambda}{\lambda_1}$

$\therefore \lambda_1 = 4\lambda_2$

نسبة التغير $= \frac{\Delta\lambda}{\lambda_1} = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2}$

$= \frac{4\lambda_2 - \lambda_2}{4\lambda_2} = \frac{3\lambda_2}{4\lambda_2} = \frac{3}{4} = 0.75$

$\therefore$ أي تكون نسبة التغير هي 75%

الأطياف الذرية

نموذج بور لذرة الهيدروجين

• طبقاً لتصورات رذرفورد :-

1) توجد عند مركز الذرة نواة موجبة الشحنة.

2) تتحرك الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة في مستويات طاقة محددة تعرف بالأغلفة ولا يصدر الإلكترون إشعاعاً طالما كان متحركاً في مستوى الطاقة الخاص به.

3) الذرة متعادلة كهربياً حيث أن عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) حول النواة يساوي عدد الشحنات الموجبة التي تحملها النواة.

• ثم أضاف بور الفروض الثلاثة الهامة التالية :-

1) القوى الكهربية (قانون كولوم) والقوى الميكانيكية (قانون نيوتن) قابلة للتطبيق في مجال الذرة.

2) باعتبار أن الموجة المصاحبة لحركة الإلكترون في ذرة الهيدروجين تمثل موجة موقوفة (حسب فرض دي برولي) بحيث يكون عدد الموجات الموقوفة (الأطوال الموجية) مساوياً لرقم المدار.

وبالتالي علينا حساب نصف قطر مدار الإلكترون تقريباً من العلاقة :-

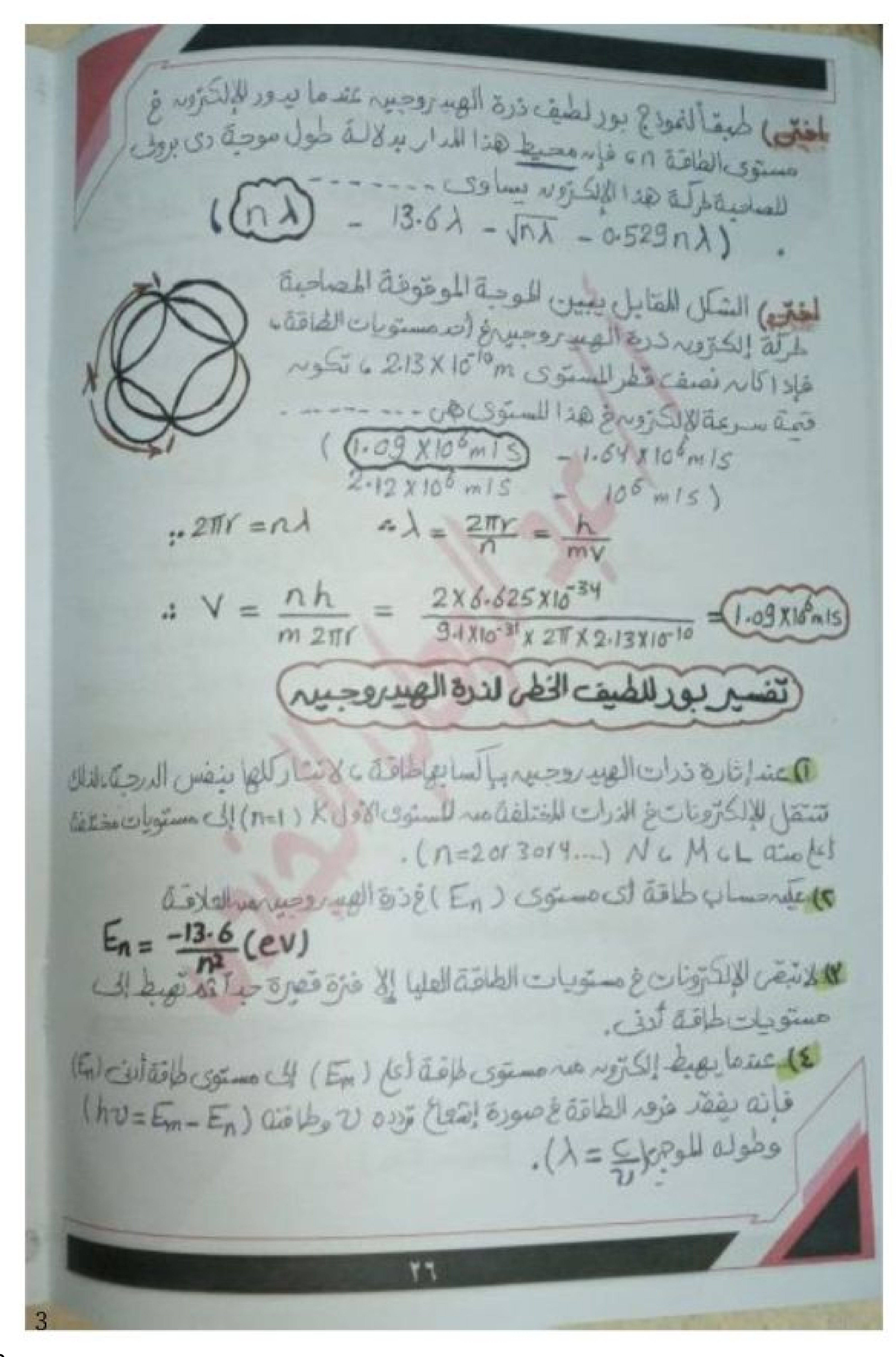
$$2\pi r = n\lambda \longrightarrow \left(\lambda = \frac{h}{mv}\right)$$

r ← نصف قطر المدار

λ ← الطول الموجي للموجات الموقوفة المصاحبة للإلكترون

3) عندما ينتقل إلكترون من مستوى طاقة أعلى (E_m) إلى مستوى أدنى للطاقة (E_n)، ينطلق نتيجة لذلك فوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقتي المستويين.

$$(\Delta E = h\nu = E_m - E_n)$$



اختر) طبقاً لنموذج بور لطيف ذرة الهيدروجين عندما يدور الإلكترون في مستوى الطاقة n فإن محيط هذا المدار بدلالة طول موجة دى برولى المصاحبة لحركة هذا الإلكترون يساوى ....

($n\lambda$ ، 13.6λ ، $\sqrt{n\lambda}$ ، $0.529n\lambda$).

اختر) الشكل المقابل يبين الموجة الموقوفة المصاحبة لحركة إلكترون ذرة الهيدروجين في أحد مستويات الطاقة، فإذا كان نصف قطر المستوى $2.13\times10^{-10}\,m$ ، تكون قيمة سرعة الإلكترون في هذا المستوى هي ....

($1.09\times10^{6}\,m/s$ ، $1.64\times10^{6}\,m/s$ ، $2.12\times10^{6}\,m/s$ ، $10^{6}\,m/s$)

$\because 2\pi r = n\lambda \qquad \therefore \lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{h}{mv}$

$$\therefore v = \frac{nh}{m\,2\pi r} = \frac{2\times6.625\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times2\pi\times2.13\times10^{-10}} = 1.09\times10^{6}\,m/s$$

تفسير بور للطيف الخطى لذرة الهيدروجين

1) عند إثارة ذرات الهيدروجين بإكسابها طاقة، لا تثار كلها بنفس الدرجة لذلك تنتقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول K ($n=1$) إلى مستويات مختلفة أعلى منه L ، M ، N ($n=2$ or 3 or 4 ...).

2) يمكن حساب طاقة أى مستوى (E_n) في ذرة الهيدروجين من العلاقة

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2}\,(eV)$$

3) لا تبقى الإلكترونات في مستويات الطاقة العليا إلا فترة قصيرة جداً ثم تهبط إلى مستويات طاقة أدنى.

4) عندما يهبط إلكترون من مستوى طاقة أعلى (E_m) إلى مستوى طاقة أدنى (E_n) فإنه يفقد فرق الطاقة في صورة إشعاع تردده ν وطاقته ($h\nu = E_m - E_n$) وطوله الموجى ($\lambda = \frac{c}{\nu}$).

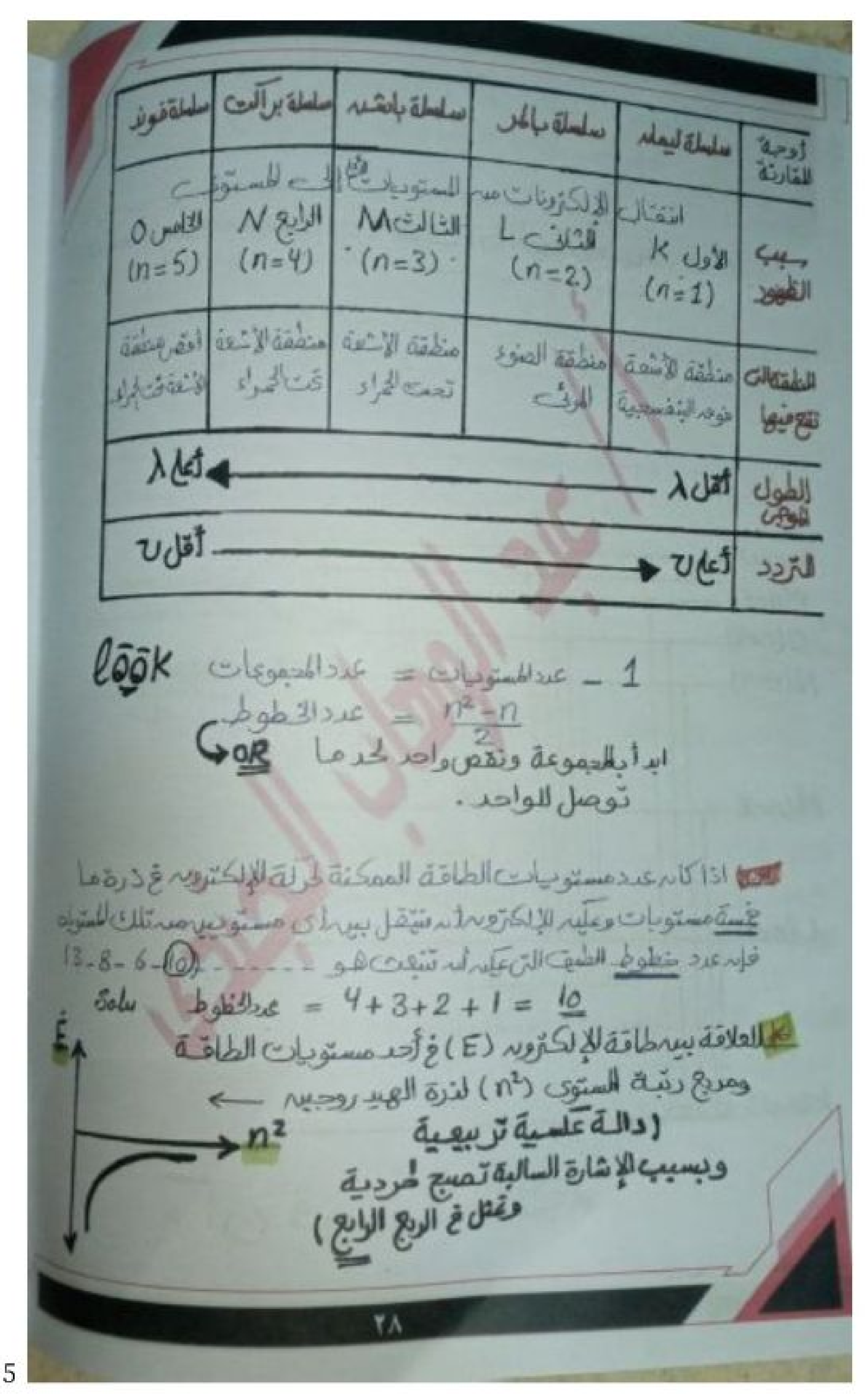
٥) يتكون الطيف الخطي للهيدروجين من خمس مجموعات (متسلسلات) من الخطوط ، كل خط منها يقابل طاقة محددة وطول موجي محدد .

متسلسلات (مجموعات) طيف ذرة الهيدروجين

تم تقسيم طيف ذرة الهيدروجين على أساس انتقال الإلكترونات من مستويات الطاقة الأعلى إلى أي من مستويات الطاقة الخمسة الأولى (K ، L ، M ، N ، O) .

وبذلك يتكون الطيف الخطي من خمس مجموعات كل مجموعة تقع في منطقة معينة من مناطق الطيف الكهرومغناطيسي كما يلي :-

كن قوياً لأجلك



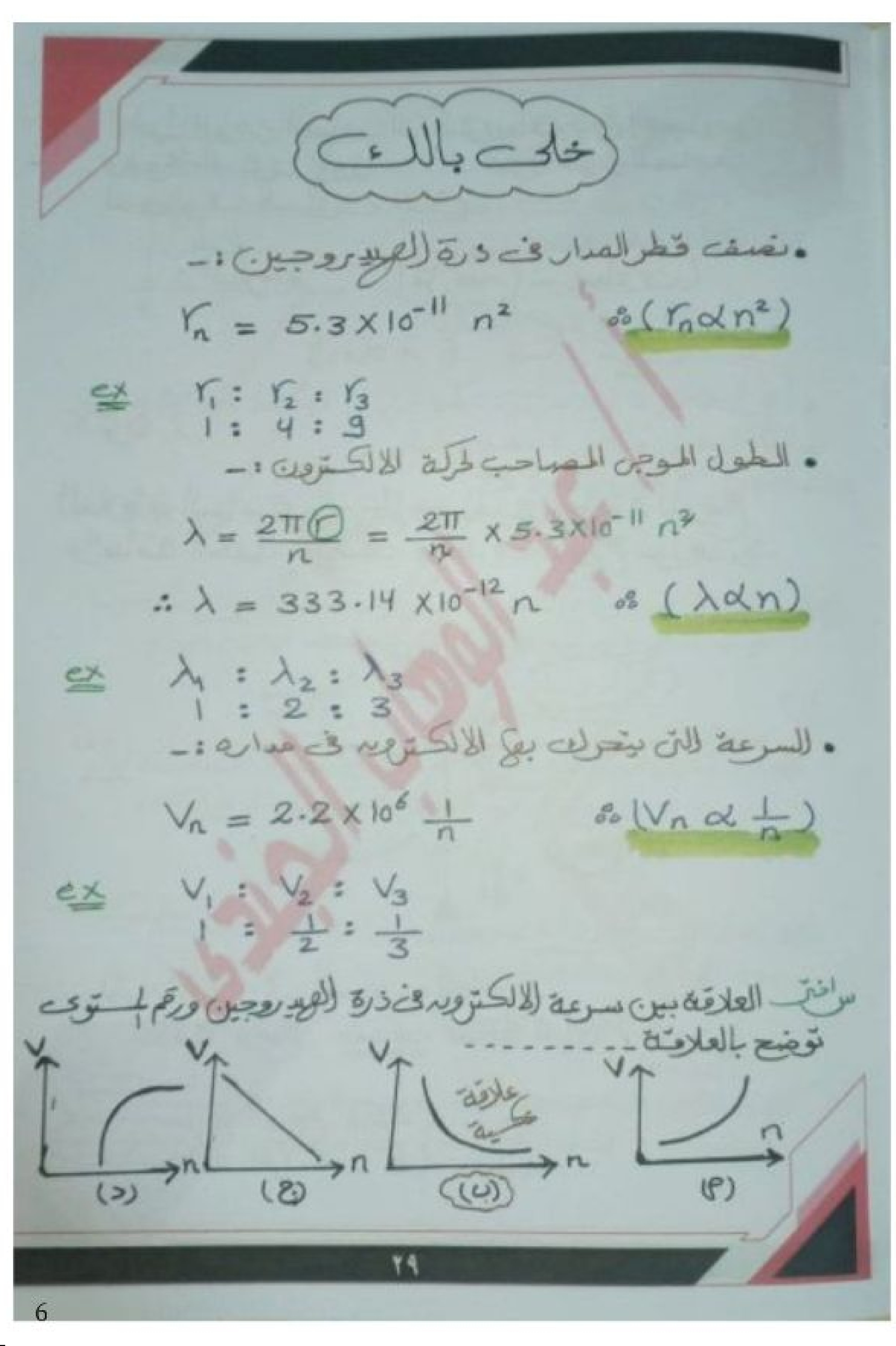
أوجه المقارنة	سلسلة ليمان	سلسلة بالمر	سلسلة باشن	سلسلة براكت	سلسلة فوند
سبب الظهور	انتقال الإلكترونات من المستويات الأعلى للمستوى الأول K $(n=1)$	الثاني L $(n=2)$	الثالث M $(n=3)$	الرابع N $(n=4)$	الخامس O $(n=5)$
المنطقة التي تقع فيها	منطقة الأشعة فوق البنفسجية	منطقة الضوء المرئي	منطقة الأشعة تحت الحمراء	منطقة الأشعة تحت الحمراء	أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء
الطول الموجي	أقل λ ←				أعلى λ
التردد	أعلى ν				→ أقل ν

look
1 - عدد المستويات = عدد المجموعات
عدد الخطوط = $\frac{n^2 - n}{2}$
OR ابدأ بالمجموعة وانقص واحد لحد ما توصل للواحد.

إذا كان عدد مستويات الطاقة الممكنة لحركة الإلكترون في ذرة ما خمسة مستويات وعليه الإلكترون أن ينتقل بين أي مستويين من تلك المستويات فإن عدد خطوط الطيف التي يمكن أن تنبعث هو .... (13 - 8 - 6 - 10)

Solu: عدد الخطوط $= 4 + 3 + 2 + 1 = 10$

العلاقة بين طاقة الإلكترون (E) في أحد مستويات الطاقة ومربع رتبة المستوى (n^2) لذرة الهيدروجين ←
(دالة عكسية تربيعية
وبسبب الإشارة السالبة تصبح طردية
وتمثل في الربع الرابع)



خلي بالك

• نصف قطر المدار في ذرة الهيدروجين :-

$$r_n = 5.3\times10^{-11}\, n^2 \qquad \therefore (r_n \propto n^2)$$

ex
$r_1 : r_2 : r_3$
$1 : 4 : 9$

• الطول الموجي المصاحب لحركة الالكترون :-

$$\lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{2\pi}{n} \times 5.3\times10^{-11}\, n^2$$

$$\therefore \lambda = 333.14\times10^{-12}\, n \qquad \therefore (\lambda \propto n)$$

ex
$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3$
$1 : 2 : 3$

• السرعة التي يتحرك بها الالكترون في مداره :-

$$V_n = 2.2\times10^{6}\, \frac{1}{n} \qquad \therefore (V_n \propto \frac{1}{n})$$

ex
$V_1 : V_2 : V_3$
$1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$

س اختر العلاقة بين سرعة الالكترون في ذرة الهيدروجين ورقم المستوى توضح بالعلاقة ....

س) الطول الموجي المصاحب للالكترون في ذرة الهيدروجين وهو في المستوى الأول .... الطول الموجي المصاحب له وهو في المستوى الثاني.

(أكبر من - أقل من - يساوي)

حيث ← $(\lambda \alpha n)$

look

العلاقة البيانية بين طاقة الحركة وطاقة الوضع والطاقة الكلية ونصف القطر في نموذج بور للذرة.

+Ve Energy
طاقة الحركة
2
Zero Level Of Energy
-∞
0
r
∞
3
الطاقة الكلية
طاقة الوضع
-Ve Energy
Nucleus

حيث :-

الإلكترون في المستوى له :-

طاقة وضع ضعف طاقة الحركة عددياً

أي أن

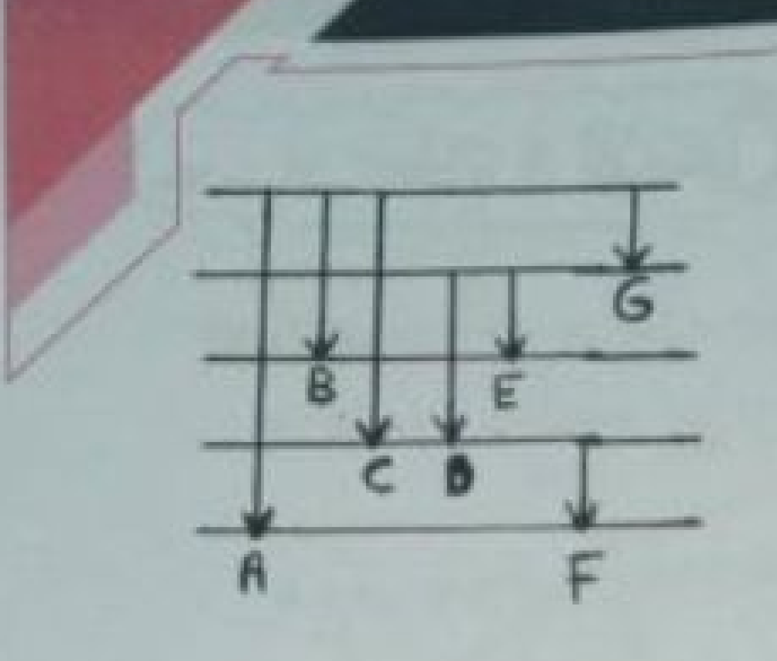
طاقة الوضع (2E) (−)

طاقة الحركة (E) (+)

خلي بالك

طاتجي ترتب

رتب من تحت ولو الخطين في نفس المستوى خد الأكبر في فرق الطاقة.



* أكبر/ طاقة ، تردد ، كتلة ، كمية تحرك ، قوة نفاذ ، خواص جسيمية
* أقل/ طول موجي ، نصف قطر.
* متساوين/ في السرعة (C)

(A > F > C > D > B > E > G)

لحق) النسبة بين كمية حركة فوتون منبعث من متسلسلة ليمان وكمية حركة فوتون منبعث من متسلسلة بالمر ------ الواحد الصحيح

(أكبر من - أقل من - تساوي)

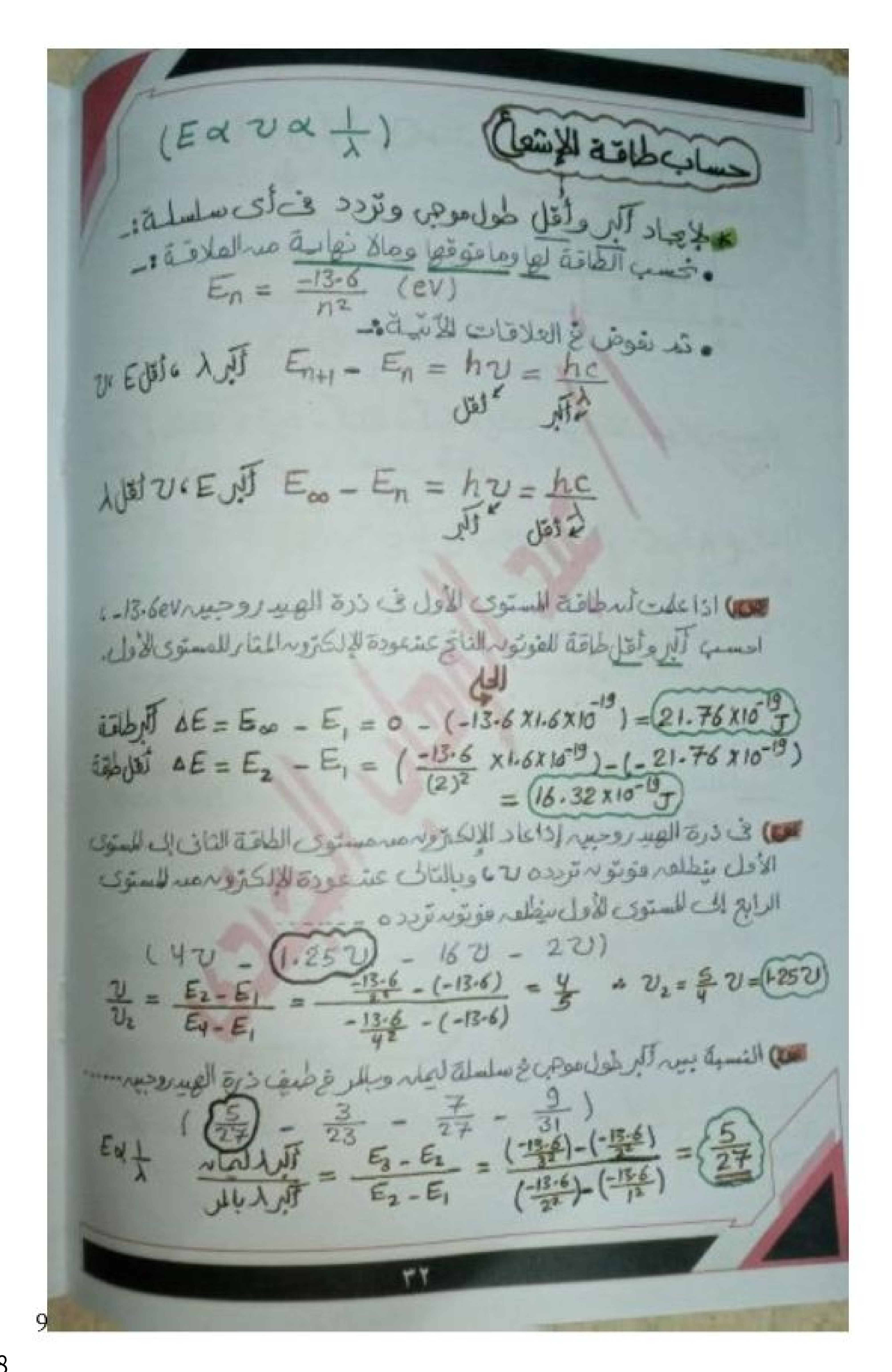
٢) عدد الأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين الموجودة ضمن سلسلة ليمان (الاحتمالات؟ الأول) ------ عدد الأطوال الموجية الموجودة ضمن سلسلة فوند (المقصود) الخامس

(أكبر من - أقل من - تساوي)

٢) الطيف الذي يمكن رؤيته بسهولة في طيف ذرة الهيدروجين ينتج عند هبوط الإلكترونات إلى مستوى الطاقة ------ من النواة

(الأول - الثاني - الثالث - الرابع)

٤) عندما يعود الإلكترون في ذرة الهيدروجين من المستوى الرابع إلى المستوى الثاني ينتج ------ (طيف خطي - ضوء مرئي - فوتونات - جميع ما سبق)



حساب طاقة الإشعاع

$(E \propto \nu \propto \frac{1}{\lambda})$

* لإيجاد أكبر وأقل طول موجي وتردد في أي سلسلة :-
• نحسب الطاقة لها وما فوقها وما لا نهاية من العلاقة :-

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \ (eV)$$

• ثم نعوض في العلاقات الآتية :-

λ أكبر ، E ، ν أقل

$$E_{n+1} - E_n = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

(ν أقل ، λ أكبر)

λ أقل ، E ، ν أكبر

$$E_{\infty} - E_n = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

(ν أكبر ، λ أقل)

س) اذا علمت أن طاقة المستوى الأول في ذرة الهيدروجين $-13.6eV$ ، احسب أكبر وأقل طاقة للفوتون الناتج عن عودة الإلكترون المثار للمستوى الأول.

الحل

أكبر طاقة $\Delta E = E_{\infty} - E_1 = 0 - (-13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}) = 21.76 \times 10^{-19} J$

أقل طاقة $\Delta E = E_2 - E_1 = (\frac{-13.6}{(2)^2} \times 1.6 \times 10^{-19}) - (-21.76 \times 10^{-19})$

$= 16.32 \times 10^{-19} J$

س) في ذرة الهيدروجين إذا عاد الإلكترون من مستوى الطاقة الثاني إلى المستوى الأول ينطلق فوتون تردده ν ، وبالتالي عند عودة الإلكترون من المستوى الرابع إلى المستوى الأول ينطلق فوتون تردده ....

(4ν - 1.25ν - 16ν - 2ν)

$$\frac{\nu}{\nu_2} = \frac{E_2 - E_1}{E_4 - E_1} = \frac{\frac{-13.6}{2^2} - (-13.6)}{\frac{-13.6}{4^2} - (-13.6)} = \frac{4}{5} \quad \therefore \nu_2 = \frac{5}{4}\nu = 1.25\nu$$

س) النسبة بين أكبر طول موجي في سلسلة ليمان وبالمر في طيف ذرة الهيدروجين ....

($\frac{5}{27}$ - $\frac{3}{23}$ - $\frac{7}{27}$ - $\frac{9}{31}$)

$E \propto \frac{1}{\lambda}$

$$\frac{\text{أكبر } \lambda \text{ ليمان}}{\text{أكبر } \lambda \text{ بالمر}} = \frac{E_3 - E_2}{E_2 - E_1} = \frac{(\frac{-13.6}{3^2}) - (\frac{-13.6}{2^2})}{(\frac{-13.6}{2^2}) - (\frac{-13.6}{1^2})} = \frac{5}{27}$$

المطياف - الإسبكترومتر - الإسبكتروجراف - المصور

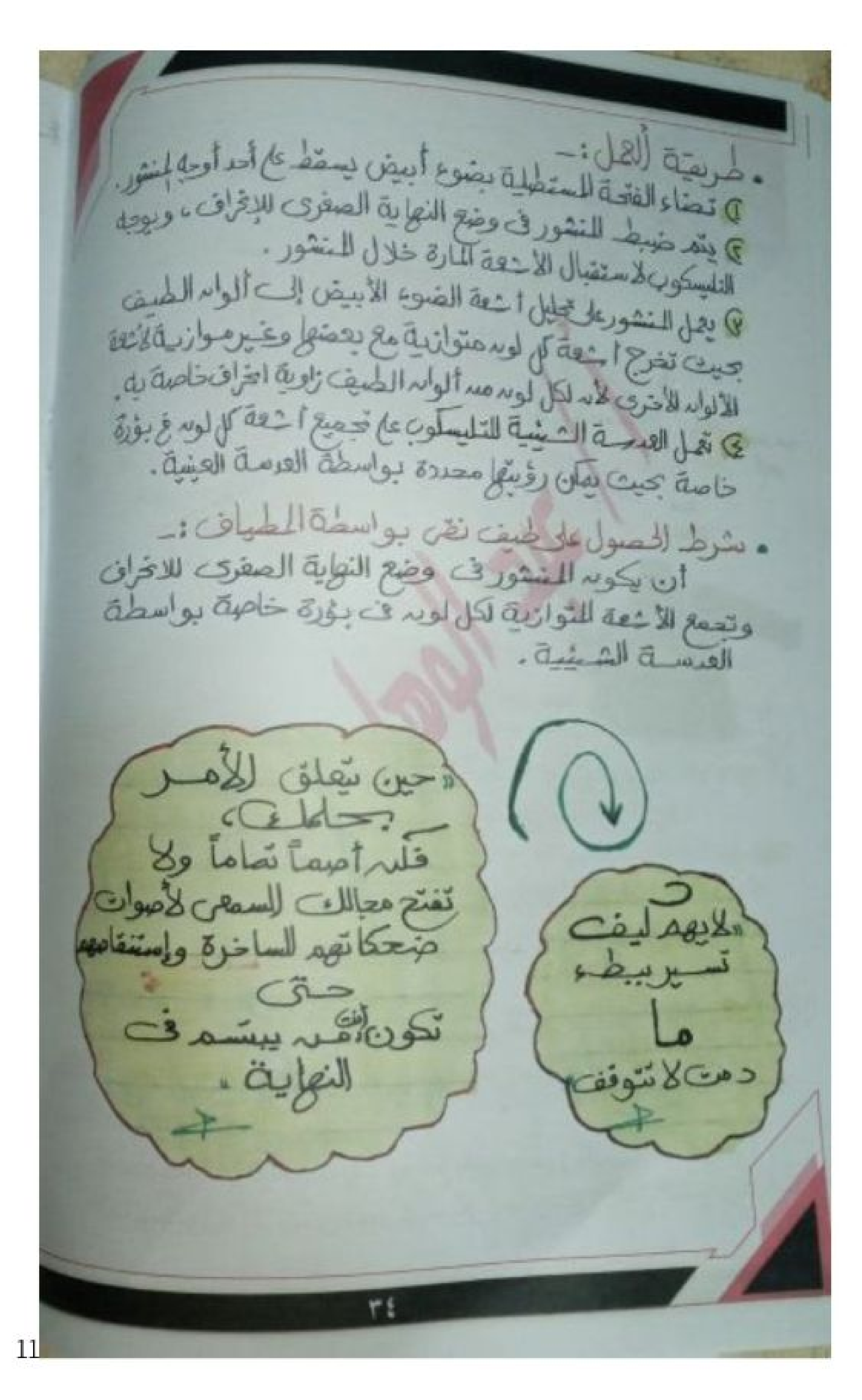
جهاز المطياف

- جهاز يستخدم في :-

١) تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية وغير المرئية .
٢) تقدير درجة حرارة النجوم وما بها من غازات .
٣) الحصول على طيف نقي .
له طيف ألوانه غير متداخلة
ويكون لكل لون طول موجي محدد .

- التركيب :-

١) مصدر الأشعة :- عبارة عن مصدر ضوئي أمامه فتحة مستطيلة ضيقة يمكن التحكم في اتساعها بواسطة مسمار رحوي وتوجد هذه الفتحة عند بؤرة عدسة محدبة .
٢) منضدة قابلة للدوران :- يوضع عليها منشور ثلاثي من الزجاج .
٣) تليسكوب :- يتكون من عدستين محدبتين هما الشيئية والعينية .



• طريقة العمل :-

١) تضاء الفتحة المستطيلة بضوء أبيض يسقط على أحد أوجه المنشور.

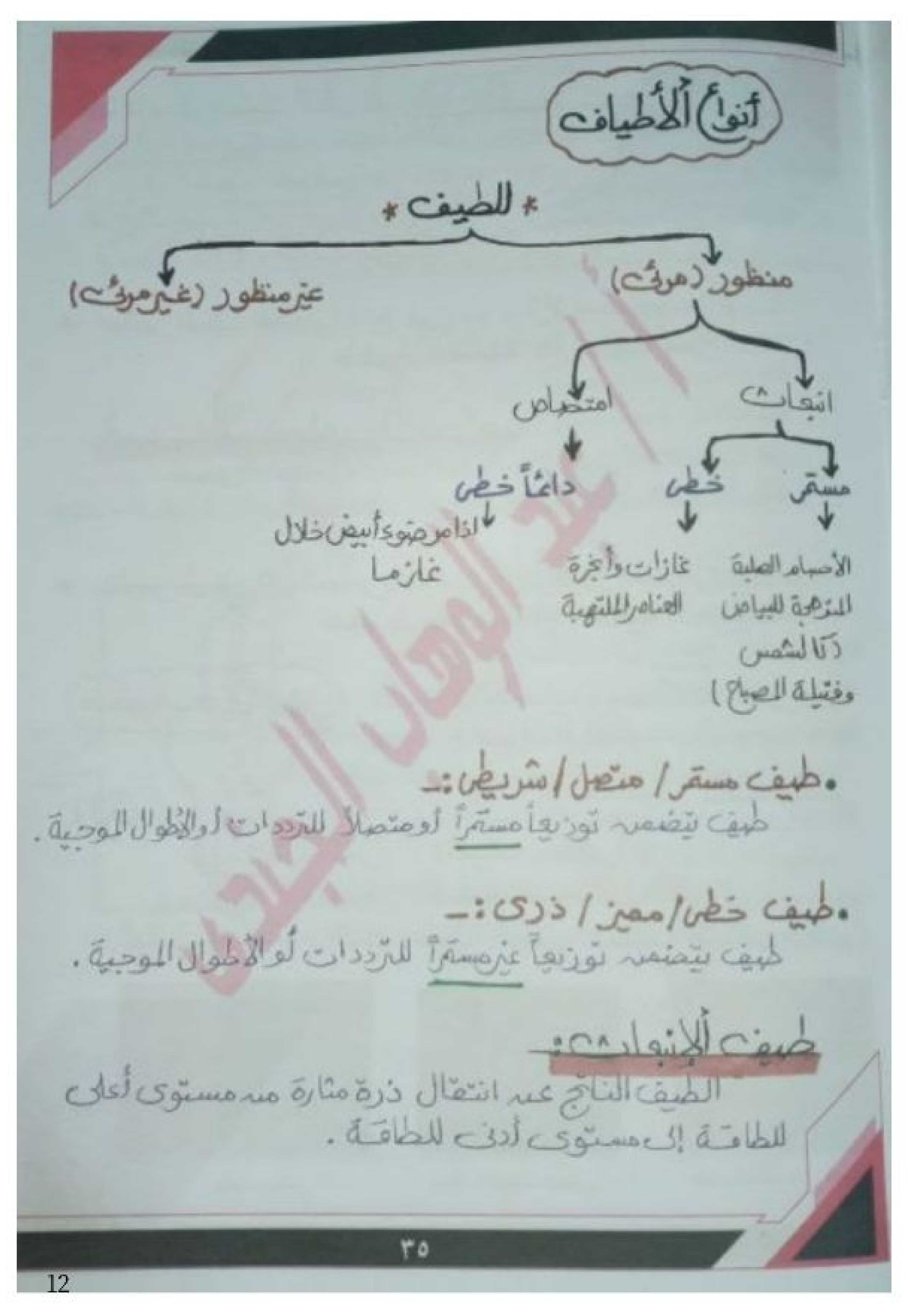
٢) يتم ضبط المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف ، ويوجه التليسكوب لاستقبال الأشعة المارة خلال المنشور .

٣) يعمل المنشور على تحليل أشعة الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف بحيث تخرج أشعة كل لون متوازية مع بعضها وغير موازية لأشعة الألوان الأخرى لأن لكل لون من ألوان الطيف زاوية انحراف خاصة به.

٤) تعمل العدسة الشيئية للتليسكوب على تجميع أشعة كل لون في بؤرة خاصة بحيث يمكن رؤيتها محددة بواسطة العدسة العينية.

• شرط الحصول على طيف نقي بواسطة المطياف :-

أن يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف وتجمع الأشعة المتوازية لكل لون في بؤرة خاصة بواسطة العدسة الشيئية.



أنواع الأطياف

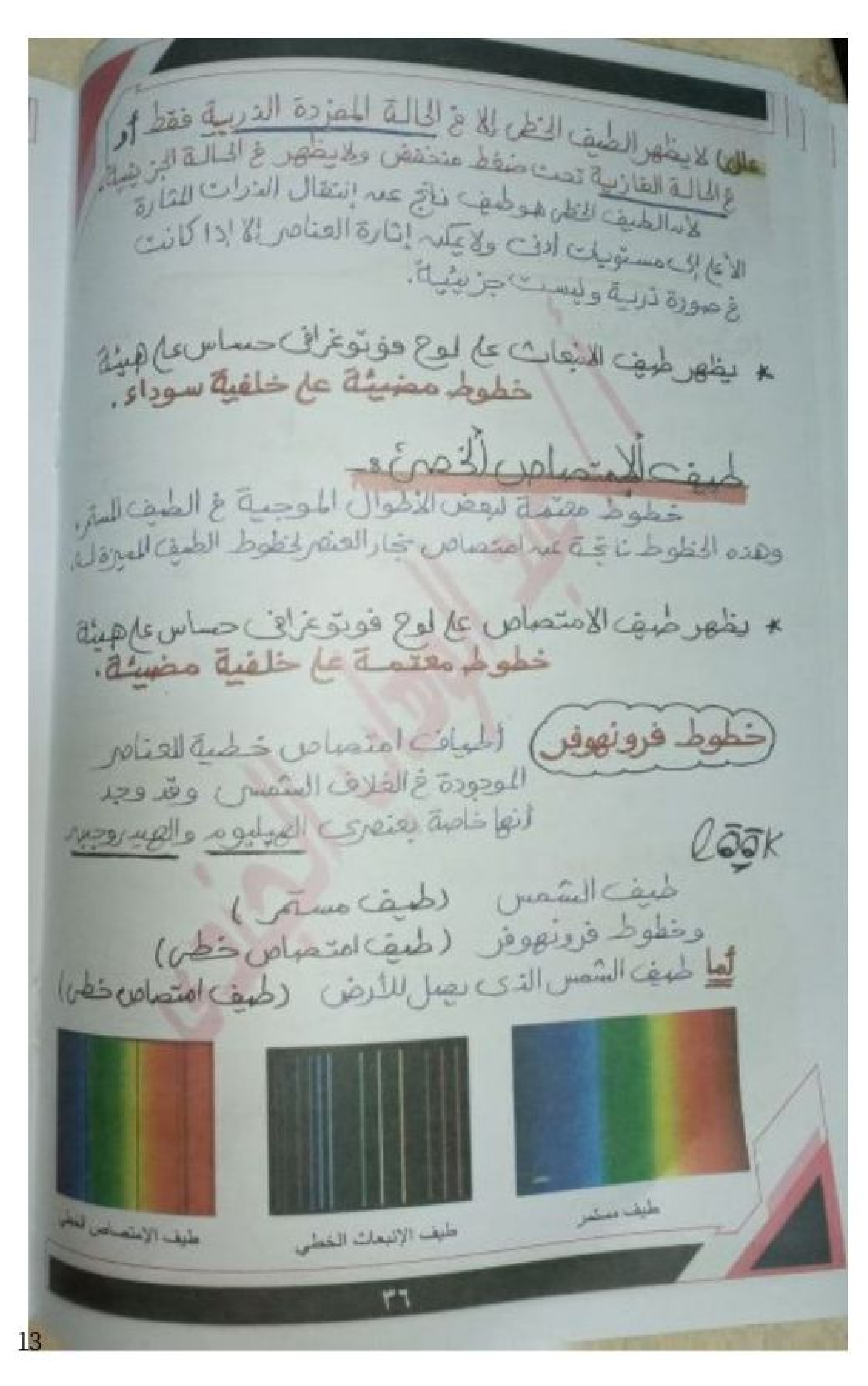
* الطيف *

- منظور (مرئي)
  - انبعاث
    - مستمر ← الأجسام الصلبة المتوهجة للبياض (كالشمس وفتيلة المصباح)
    - خطي ← غازات وأبخرة العناصر الملتهبة
  - امتصاص
    - دائماً خطي ← إذا مر ضوء أبيض خلال غاز ما
- غير منظور (غير مرئي)

• **طيف مستمر / متصل / شريطي :-**
طيف يتضمن توزيعاً مستمراً أو متصلاً للترددات أو الأطوال الموجية.

• **طيف خطي / مميز / ذري :-**
طيف يتضمن توزيعاً غير مستمراً للترددات أو الأطوال الموجية.

طيف الانبعاث :
الطيف الناتج عن انتقال ذرة مثارة من مستوى أعلى للطاقة إلى مستوى أدنى للطاقة.



علل) لا يظهر الطيف الخطي إلا في الحالة المفردة الذرية فقط أو في الحالة الغازية تحت ضغط منخفض ولا يظهر في الحالة الجزيئية

لأن الطيف الخطي هو طيف ناتج عن انتقال الذرات المثارة الأعلى إلى مستويات أدنى ولا يمكن إثارة العناصر إلا إذا كانت في صورة ذرية وليست جزيئية.

* يظهر طيف الانبعاث على لوح فوتوغرافي حساس على هيئة **خطوط مضيئة على خلفية سوداء.**

طيف الامتصاص الخطي:

خطوط معتمة لبعض الأطوال الموجية في الطيف المستمر، وهذه الخطوط ناتجة عن امتصاص بخار العنصر لخطوط الطيف المميزة له.

* يظهر طيف الامتصاص على لوح فوتوغرافي حساس على هيئة **خطوط معتمة على خلفية مضيئة.**

خطوط فرونهوفر أطياف امتصاص خطية للعناصر الموجودة في الغلاف الشمسي وقد وجد أنها خاصة بعنصري الهيليوم والهيدروجين

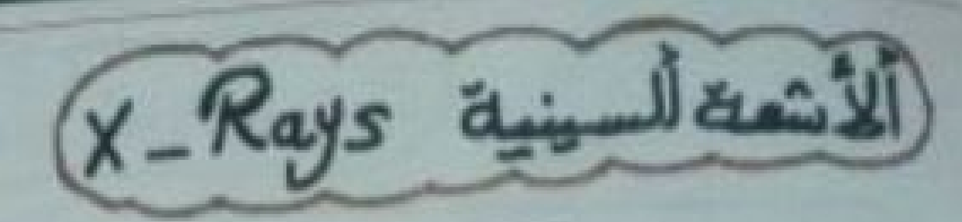
look

طيف الشمس (طيف مستمر)

وخطوط فرونهوفر (طيف امتصاص خطي)

أما طيف الشمس الذي يصل للأرض (طيف امتصاص خطي)

طيف مستمر | طيف الإنبعاث الخطي | طيف الإمتصاص الخطي



الأشعة السينية X_Rays

هي موجات كهرومغناطيسية غير مرئية ذات طاقة عالية أطوالها الموجية قصيرة جداً بين $10^{-13}m$ ، $10^{-8}m$ تقع بين الأطوال الموجية لأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية.

• خصائص الأشعة السينية :-

١- ذات قدرة كبيرة على اختراق الأوساط.
٢- ذات قدرة كبيرة على تأيين الغازات.
٣- يحدث لها حيود عند مرورها خلال البلورات.
٤- تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساسة.

• التركيب :- (أنبوبة كوليدج)

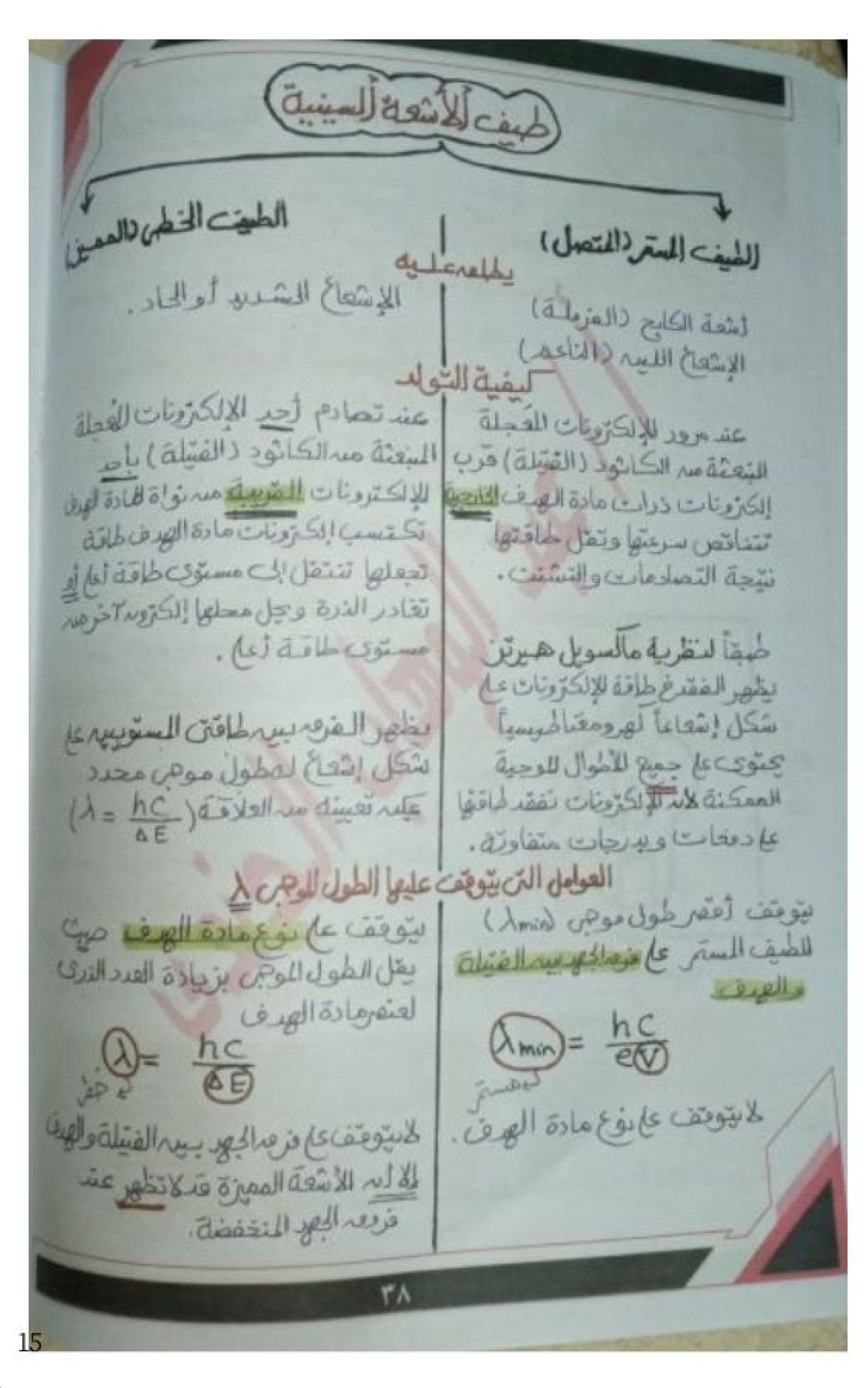
أنبوبة مفرغة من الهواء تحتوي على :-

١) فتيلة تعمل كمصدر للإلكترونات (الكاثود).
٢) مصدر لتسخين الفتيلة.
٣) هدف من عنصر عدده الذري كبير ودرجة انصهاره عالية مثل التنجستين.
٤) ريش تبريد مثبتة على ساق نحاسية تتصل بالهدف (الأنود) لتبريده.
٥) مصدر فرق جهد عالي مستمر بين الفتيلة (الكاثود) والهدف (الأنود) لتعجيل الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة.

ريش تبريد — ساق نحاس — الهدف — X-Rays — أنبوبة مفرغة — فتيلة ساخنة — فرق جهد عالي مستمر — مصدر لتسخين الفتيلة

• شرح العمل :-

١) عند تسخين الفتيلة تنطلق الإلكترونات نحو الهدف تحت تأثير المجال الكهربي.
٢) تكتسب الإلكترونات طاقة حركة كبيرة يتوقف مقدارها على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.
٣) عند اصطدام الإلكترونات بالهدف ينطلق من الهدف أشعة سينية.



طيف الأشعة السينية

الطيف المستمر (المتصل)

يطلق عليه

أشعة الكابح (الفرملة)

الإشعاع اللين (الناعم)

كيفية التولد

عند مرور الإلكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود (الفتيلة) قرب إلكترونات ذرات مادة الهدف الخارجية تتناقص سرعتها وتقل طاقتها نتيجة التصادمات والتشتت.

طبقاً لنظرية ماكسويل هيرتز يظهر الفرق في طاقة الإلكترونات على شكل إشعاعاً كهرومغناطيسياً يحتوي على جميع الأطوال الموجية الممكنة لأن الإلكترونات تفقد طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة.

العوامل التي يتوقف عليها الطول الموجي λ

يتوقف أقصر طول موجي (λ_{min}) للطيف المستمر على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$$

لا يتوقف على نوع مادة الهدف.

الطيف الخطي (المميز)

يطلق عليه

الإشعاع الشديد أو الحاد.

كيفية التولد

عند تصادم أحد الإلكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود (الفتيلة) بأحد الإلكترونات القريبة من نواة مادة الهدف تكتسب إلكترونات مادة الهدف طاقة تجعلها تنتقل إلى مستوى طاقة أعلى أو تغادر الذرة ويحل محلها إلكترون آخر من مستوى طاقة أعلى.

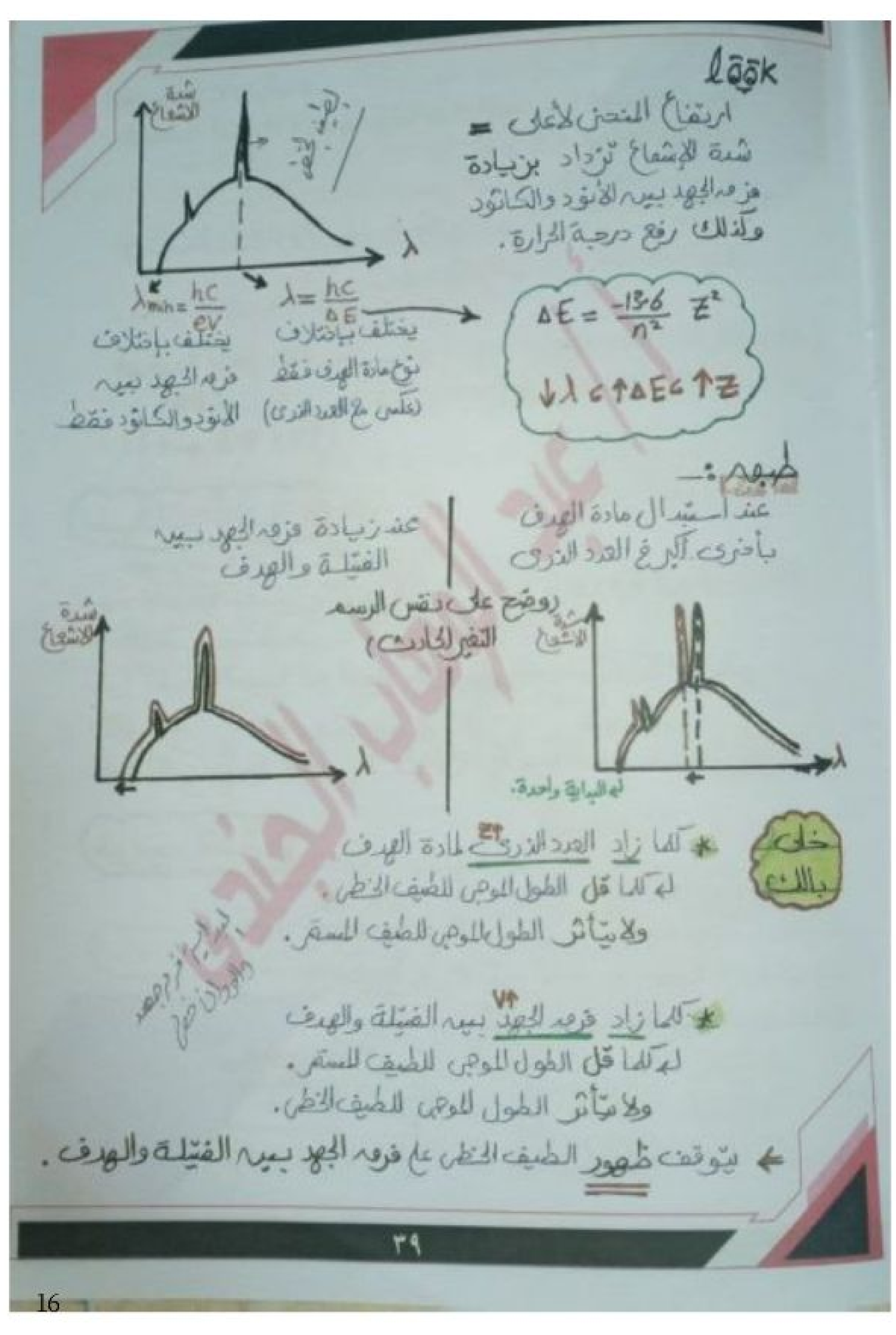
يظهر الفرق بين طاقتي المستويين على شكل إشعاع له طول موجي محدد يمكن تعيينه من العلاقة ($\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$)

العوامل التي يتوقف عليها الطول الموجي λ

يتوقف على نوع مادة الهدف حيث يقل الطول الموجي بزيادة العدد الذري لعنصر مادة الهدف

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

لا يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف لأن الأشعة المميزة قد لا تظهر عند فروق الجهد المنخفضة.



look

ارتفاع المنحنى لأعلى =
شدة الإشعاع تزداد بزيادة
فرق الجهد بين الأنود والكاثود
وكذلك رفع درجة الحرارة.

$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$
يختلف باختلاف
فرق الجهد بين
الأنود والكاثود فقط

$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$
يختلف باختلاف
نوع مادة الهدف فقط
(عكس مع العدد الذري)

$\Delta E = \frac{-13.6}{n^2} Z^2$

$\downarrow\lambda$ ، $\uparrow\Delta E$ ، $\uparrow Z$

طيف :-

عند استبدال مادة الهدف
بأخرى أكبر في العدد الذري

عند زيادة فرق الجهد بين
الفتيلة والهدف

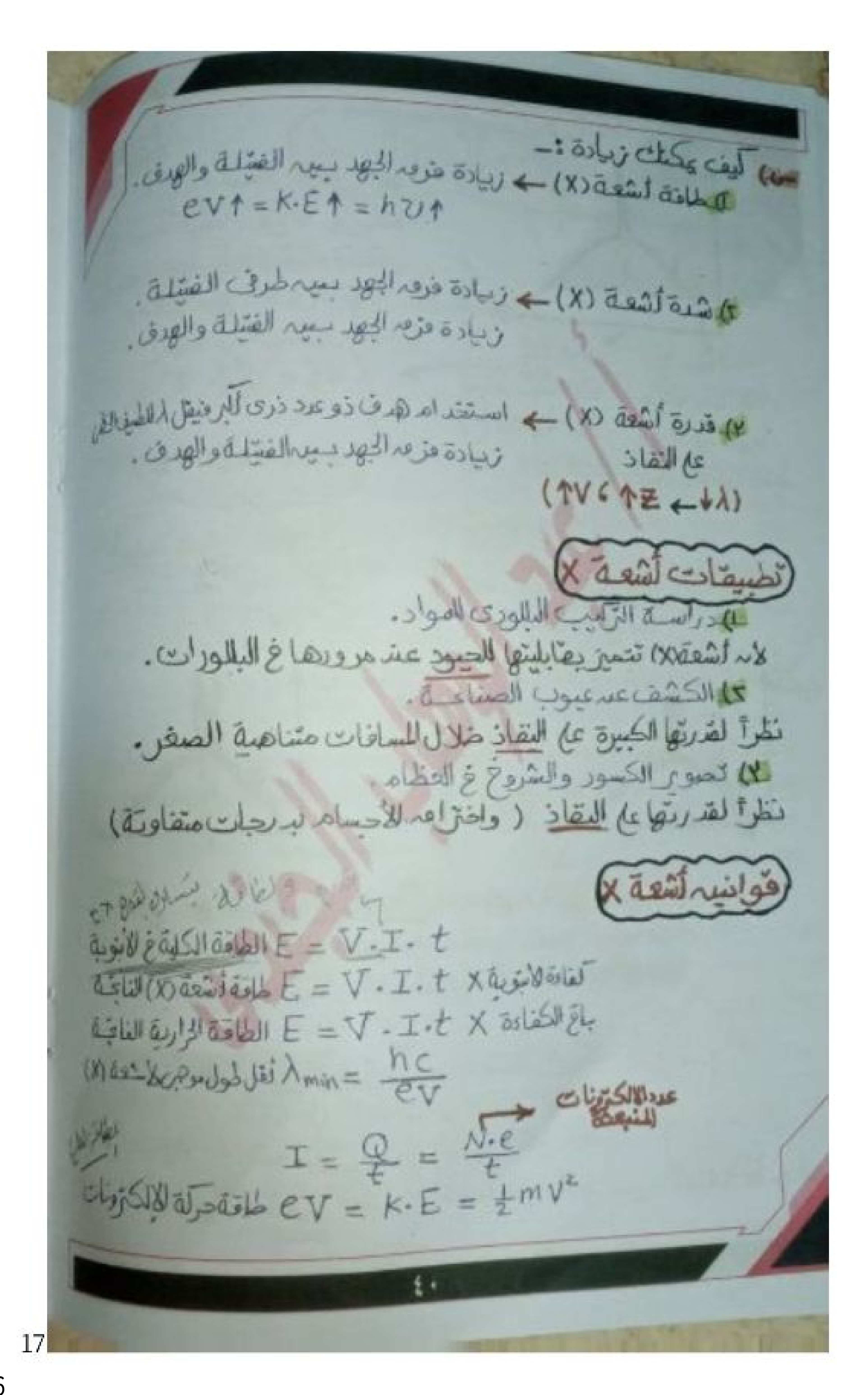
وضح على نفس الرسم
التغير الحادث؟

خلي بالك

* كلما زاد العدد الذري $Z\uparrow$ لمادة الهدف
كلما قل الطول الموجي للطيف الخطي.
ولا يتأثر الطول الموجي للطيف المستمر.

* كلما زاد فرق الجهد $V\uparrow$ بين الفتيلة والهدف
كلما قل الطول الموجي للطيف المستمر.
ولا يتأثر الطول الموجي للطيف الخطي.

← يتوقف ظهور الطيف الخطي على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.



س) كيف يمكنك زيادة :-

١) طاقة أشعة (X) ← زيادة فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.

$eV\uparrow = K.E\uparrow = h\nu\uparrow$

٢) شدة أشعة (X) ← زيادة فرق الجهد بين طرفي الفتيلة.
زيادة فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.

٣) قدرة أشعة (X) على النفاذ ← استخدام هدف ذو عدد ذري أكبر فيقل λ للطيف الخطي
زيادة فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.

$(\uparrow V ، \uparrow Z \leftarrow \downarrow \lambda)$

تطبيقات أشعة X

١) دراسة التركيب البلوري للمواد.
لأن أشعة (X) تتميز بقابليتها للحيود عند مرورها في البلورات.

٢) الكشف عن عيوب الصناعة.
نظراً لقدرتها الكبيرة على النفاذ خلال المسافات متناهية الصغر.

٣) تصوير الكسور والشروخ في العظام.
نظراً لقدرتها على النفاذ (واختراقه للأجسام بدرجات متفاوتة)

قوانين أشعة X

الطاقة الكلية في الأنبوبة $E = V.I.t$

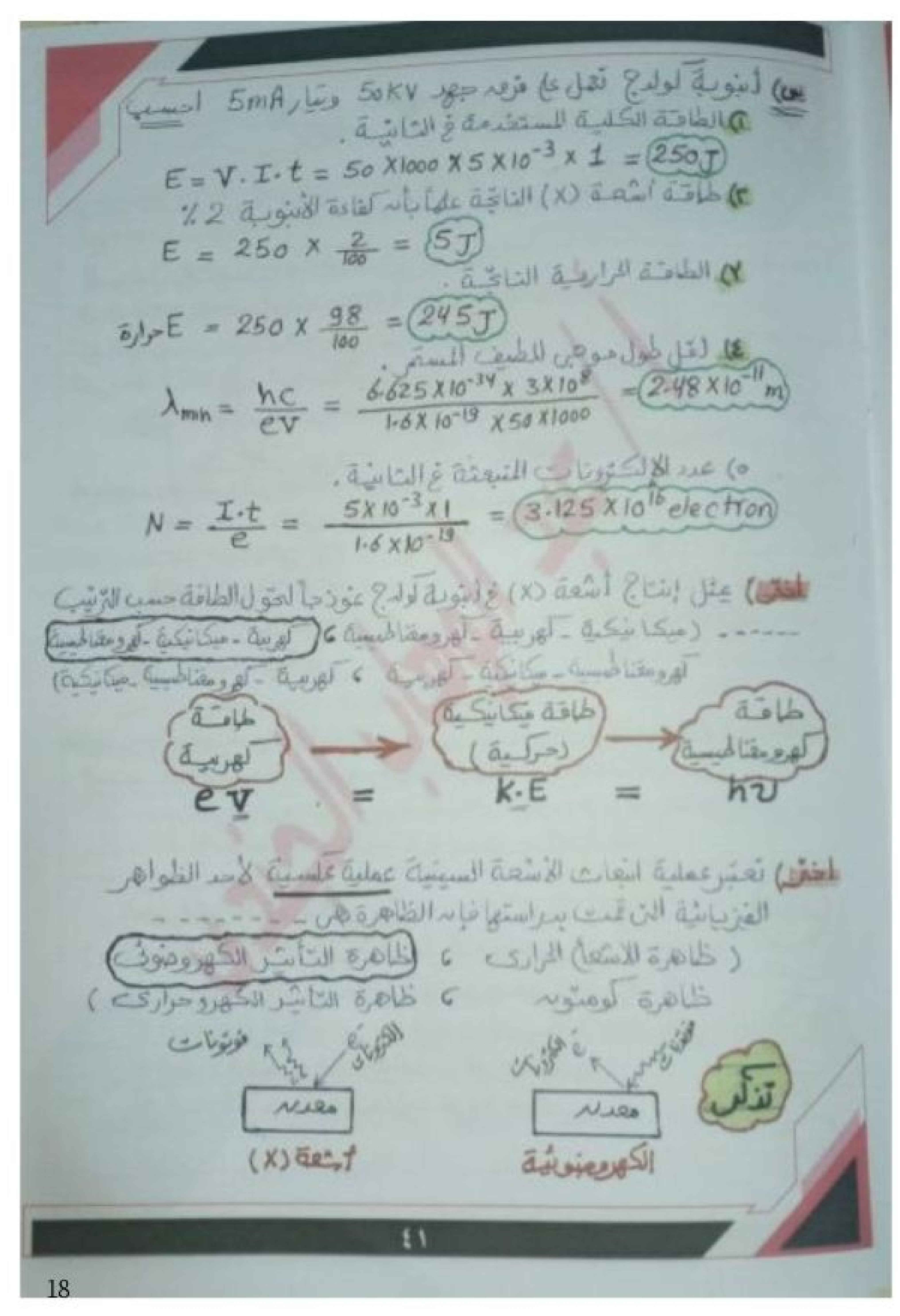
طاقة أشعة (X) الناتجة $E = V.I.t \times$ كفاءة الأنبوبة

الطاقة الحرارية الفاقدة $E = V.I.t \times$ باقي الكفاءة

أقل طول موجي لأشعة (X) $\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$

$I = \frac{Q}{t} = \frac{N.e}{t}$ ← عدد الإلكترونات المنبعثة

طاقة حركة الإلكترونات $eV = K.E = \frac{1}{2}mv^2$



س) أنبوبة كولدج تعمل على فرق جهد 50KV وتيار 5mA احسب

١) الطاقة الكلية المستخدمة في الثانية.

$$E = V.I.t = 50 \times 1000 \times 5 \times 10^{-3} \times 1 = 250J$$

٢) طاقة أشعة (X) الناتجة علماً بأن كفاءة الأنبوبة 2%

$$E = 250 \times \frac{2}{100} = 5J$$

٣) الطاقة الحرارية الناتجة.

$$E_{حرارة} = 250 \times \frac{98}{100} = 245J$$

٤) أقل طول موجي للطيف المستمر.

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1.6 \times 10^{-19} \times 50 \times 1000} = 2.48 \times 10^{-11} m$$

٥) عدد الإلكترونات المنبعثة في الثانية.

$$N = \frac{I.t}{e} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.125 \times 10^{16} \text{ electron}$$

اختر) يمثل إنتاج أشعة (X) في أنبوبة كولدج نموذجاً لتحول الطاقة حسب الترتيب -----

(ميكانيكية - كهربية - كهرومغناطيسية ، كهربية - ميكانيكية - كهرومغناطيسية ، كهرومغناطيسية - ميكانيكية - كهربية ، كهربية - كهرومغناطيسية - ميكانيكية)

اختر) تعتبر عملية انبعاث الأشعة السينية عملية عكسية لإحدى الظواهر الفيزيائية التي تمت دراستها فإن الظاهرة هي ------

(ظاهرة الانبعاث الحراري ، ظاهرة التأثير الكهروضوئي ، ظاهرة كومبتون ، ظاهرة التأثير الكهروحراري)

الليزر LASER

" هو تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع "

الانبعاث التلقائي: انطلاق فوتون من الذرة المثارة عند انتقالها من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل بعد انتهاء فترة العمر تلقائياً (بدون أي مؤثر خارجي)

مثل: مصادر الضوء العادية.

E_2 — E_1 ، $h\nu = E_2 - E_1$ ، انبعاث تلقائي ، ذرة مثارة

الفوتونات الناتجة: لها نفس ν ، λ ، E ويختلفان في الطور والاتجاه.

الانبعاث المستحث: انطلاق فوتون من الذرة المثارة نتيجة سقوط فوتون آخر خارجي له نفس طاقة الفوتون للسبب لإثارتها قبل انتهاء فترة العمر لتخرج في النهاية فوتونات في حالة ترابط (لها نفس الطور والاتجاه والتردد)

مثل: مصادر الليزر.

E_2 — $h\nu$ — E_1 ، $h\nu = E_2 - E_1$ ، $h\nu = E_2 - E_1$ ، انبعاث مستحث ، ذرة مثارة

الفوتونات الناتجة: لها نفس ν ، λ ، E ، الطور والاتجاه

علل: بالرغم من انبعاث فوتونين بتأثير فوتون واحد في عملية الانبعاث المستحث، فإن ذلك لا يعد خرقاً لقانون بقاء الطاقة.

لأن أحد الفوتونين هو الفوتون الساقط على الذرة المثارة والآخر ناتج عن عودة الذرة من مستوى الإثارة إلى مستوى طاقة أقل.

خصائص أشعة الليزر

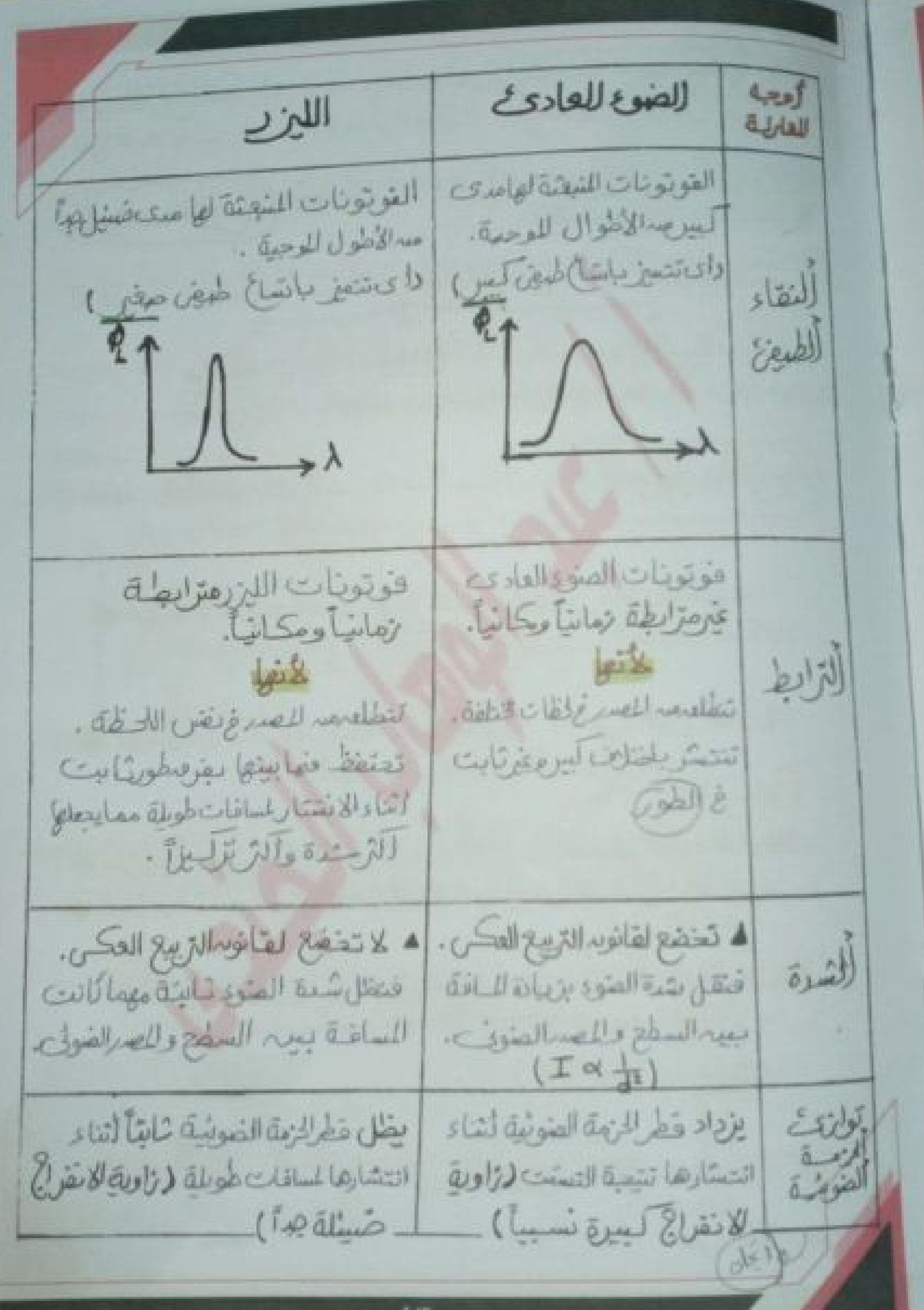
① **الترابط:** لأن الهبوط اللحظي للذرات يجعل الفوتونات الناتجة مترابطة زمانياً ومكانياً محتفظة بينها بفرق طور ثابت.

② **التوازي:** بينها لها نفس الاتجاه وذلك بسبب أنها لها نفس الطور لأنها مترابطة

③ **النقاء الطيفي:** لها نفس الطول الموجي (التردد).

④ **الشدة:** لا تخضع لقانون التربيع العكسي.

الترابط ← تلقائي ← لا تخضع لقانون التربيع العكسي ← معا بجانب عادي ← بالشدة



أوجه المقارنة	الضوء العادي	الليزر
النقاء الطيفي	الفوتونات المنبعثة لها مدى كبير من الأطوال الموجية. (أي تتميز باتساع طيفي كبير)	الفوتونات المنبعثة لها مدى ضئيل جداً من الأطوال الموجية. (أي تتميز باتساع طيفي صغير)
الترابط	فوتونات الضوء العادي غير مترابطة زمانياً ومكانياً. **لأنها** تنطلق من المصدر في لحظات مختلفة. تنتشر باختلاف كبير وغير ثابت في الطور	فوتونات الليزر مترابطة زمانياً ومكانياً. **لأنها** تنطلق من المصدر في نفس اللحظة. تحتفظ فيما بينها بفرق طور ثابت أثناء الانتشار لمسافات طويلة مما يجعلها أكثر شدة وأكثر تركيزاً.
الشدة	▲ تخضع لقانون التربيع العكسي. فتقل شدة الضوء بزيادة المسافة بين السطح والمصدر الضوئي. ($I \propto \frac{1}{d^2}$)	▲ لا تخضع لقانون التربيع العكسي. فتظل شدة الضوء ثابتة مهما كانت المسافة بين السطح والمصدر الضوئي.
توازي الحزمة الضوئية	يزداد قطر الحزمة الضوئية أثناء انتشارها نتيجة التشتت (زاوية الانفراج كبيرة نسبياً)	يظل قطر الحزمة الضوئية ثابتاً أثناء انتشارها لمسافات طويلة (زاوية الانفراج ضئيلة جداً)

• **قانون التربيع العكسي:** تتناسب الشدة الضوئية الساقطة على سطح عكسياً مع مربع المسافة بين السطح والمصدر الضوئي. $(I \propto \frac{1}{d^2})$.

مكونات الليزر

أول ليزر ١٩٦٠ ← ميمان

① **الوسط الفعال:-** هو المادة الفعالة لإنتاج شعاع الليزر.

- **صلبة** (الياقوت)
- **سائلة** (الصبغات العضوية المذابة في الماء)
- **غازية** (CO_2 ، Ar ، $He-Ne$)

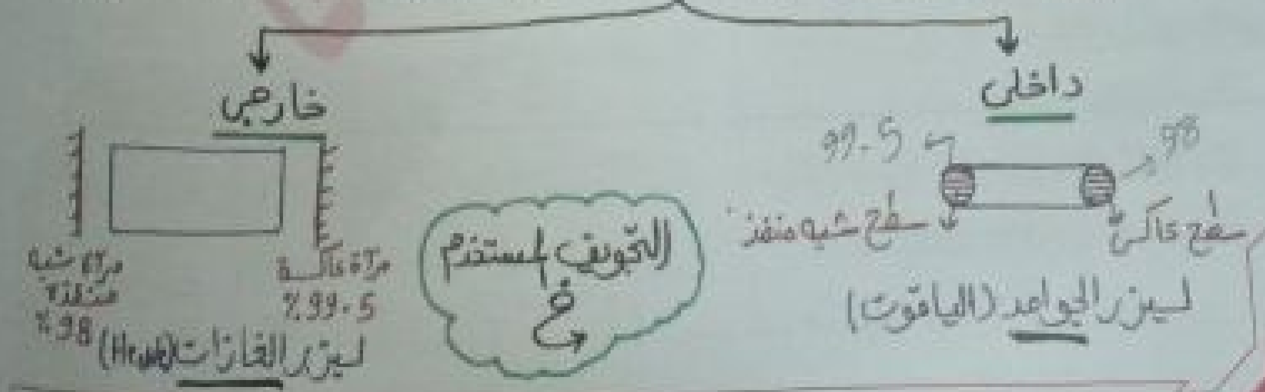
② **مصادر الطاقة:** هي المسئولة عن اكساب ذرات أو جزيئات أو أيونات الوسط الفعال الطاقة اللازمة لإثارتها.

* **ضوئية (الضخ الضوئي):** المصابيح الوهاجة (ليزر الياقوت)
  شعاع ليزر (الصبغات السائلة)

* **كهربية:** عن طريق ← التفريغ الكهربي (أجهزة الليزر الغازية)
  ← مصادر الترددات الراديوية.

* **حرارية:** يستخدم التأثير الحراري الناتج عن الضغط الحركي للغازات.
* **كيميائية:** يستخدم الطاقة الناتجة عن بعض التفاعلات الكيميائية.

③ **التجويف الرنيني:** هو الوعاء الحاوي للمادة الفعالة والمنشط لعملية التكبير.



4

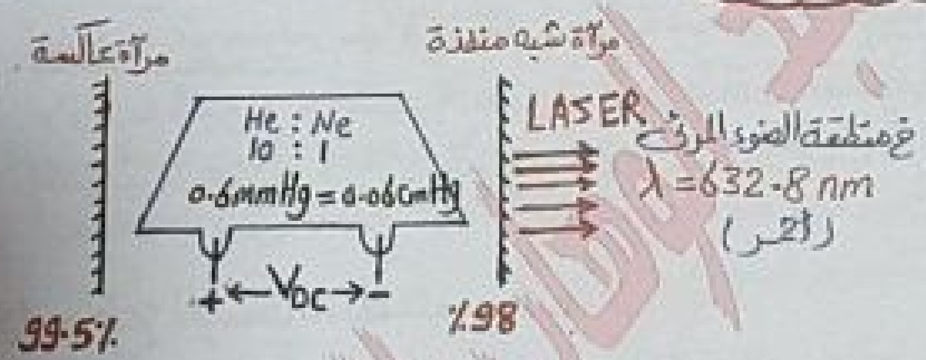
شروط الفعل الليزري

1. الوصول بذرات المادة الفعالة لحالة الإسكان المعكوس.
2. حدوث انبعاث مستحث.
3. تضخيم الإشعاع المنطلق بالانبعاث المستحث من خلال الانعكاسات المتتالية.

حالة الإسكان المعكوس: هي الحالة التي يكون فيها عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى.

حالة الإسكان المعكوس — حالة الاستقرار

ليزر (الهيليوم - نيون)



تركيب الجهاز:-

1- أنبوبة من زجاج الكوارتز بها خليط من غازي الهيليوم والنيون بنسبة 10:1 (He : Ne) تحت ضغط منخفض حوالي 0.6 mm Hg .

2- مرآتان مستويتان متوازيتان ومتعامدتان على محور الأنبوبة إحداهما عاكسة (معامل انعكاسها 99.5%) والأخرى شبه منفذة (معامل انعكاسها 98%) .

3- فرق جهد عالي متردد/مستمر ← لإحداث تفريغ كهربي ← لإثارة ذرات الغاز (الهيليوم).

شرح العمل :-

١) مرحلة الإثارة (إثارة ذرات الهيليوم) :-

يعمل فرق الجهد الكهربي داخل الأنبوبة على إثارة ذرات الهيليوم إلى مستويات طاقة أعلى.

look معظم الكترونات الهيليوم تنتقل من مستوى الإثارة E_0 إلى مستوى شبه المستقر E_3

٢) إثارة ذرات النيون :-

تصطدم ذرات الهيليوم المثارة وهي في E_3 بذرات نيون غير مثارة تصادماً غير مرن ← فتنتقل الطاقة من ذرات الهيليوم المثارة إلى ذرات النيون ، نتيجة تقارب قيم طاقة مستويات الإثارة بين الذرتين فتثار ذرات النيون إلى المستوى E_2 .

٣) وضع الإسكان المعكوس :-

يحدث تراكم لذرات النيون المثارة في مستوى طاقة يتميز بفترة عمر طويلة نسبياً وهو E_2 (حوالى 10^{-3} s) ، ويسمى هذا المستوى **بالمستوى شبه المستقر** ، وبذلك يتحقق وضع الإسكان المعكوس.

٤) مرحلة العودة (عودة ذرات النيون) :-

تهبط أول مجموعة من ذرات النيون تم إثارتها هبوطاً تلقائياً إلى مستوى طاقة إثارة أقل وهو E_1 .

← وتنشع بذلك فوتونات لها طاقة تعادل الفرق بين طاقتي المستويين.

← وهذه الفوتونات تنتشر عشوائياً في جميع الاتجاهات داخل الأنبوبة.

٥ مرحلة تضخيم الشعاع (المرآتان العاكستان) :-
مجموعة الفوتونات التي تتحرك في اتجاه محور الأنبوبة تصادف في طريقها أحد المرآتين العاكستين ← فترتد بذلك مرة أخرى داخل الأنبوبة ولا تستطيع الخروج.

٦ الإنبعاث المستحث :-
أثناء حركة الفوتونات بين المرآتين داخل الأنبوبة، تصطدم ببعض ذرات النيون في مستوى الإثارة شبه المستقر، والتي لم تنتهي فترة عمرها، فتحثها على إطلاق فوتونات لها نفس الطاقة واتجاه الفوتونات المصطدمة بها، فتتضاعف بذلك عدد الفوتونات المتحركة داخل الأنبوبة بين المرآتين.

٧ تضخيم الشعاع :-
تتكرر الخطوة السابقة مرة أخرى، ولكن بالعدد الجديد من الفوتونات المتحركة بين المرآتين، فيتضاعف هذا العدد مرة أخرى، وهكذا حتى تتم عملية تضخيم الشعاع.

٨ مرحلة إنتاج الليزر (خروج الشعاع) :-
عندما تصل شدة الإشعاع داخل الأنبوبة إلى حد معين، يخرج جزء من خلال المرآة شبه المنفذة في صورة شعاع ليزر، ويبقى باقي الإشعاع داخل الأنبوبة، لتستمر عملية الإنبعاث المستحث وإنتاج الليزر.

٩ مرحلة تكرار الإثارة (إثارة النيون) :-
بالنسبة لذرات النيون التي هبطت إلى المستوى الأقل منها فإنها تفقد - بعد فترة وجيزة - ما بها من طاقة في صور أخرى متعددة.
وتهبط إلى المستوى الأرضي لتصطدم بها ذرات هيليوم أخرى، وتمدها بالطاقة لمستوى الإثارة شبه المستقر، وهكذا.

٤- إثارة الهيليوم :-

بالنسبة لذرات الهيليوم التي فقدت طاقتها بالتصادم مع ذرات النيون وعادت إلى المستوى الأرضي ، فإنها تعود وتثار مرة أخرى بفعل التفريغ الكهربي داخل الأنبوبة إلى المستوى E_3 وهكذا.

مخطط مستويات الطاقة في ليزر (الهيليوم - نيون)

الانتقالات الفعلية بين مستويات الطاقة في ليزر (الهيليوم - نيون)

اختر ١- يتم انتقال ذرات الهيليوم من المستوى E_0 إلى E_3 بسبب ......
(التفريغ الكهربي - الضخ الضوئي - الطاقة الحرارية)

٢- تتصادم ذرات الهيليوم التي في المستوى ...... (E_3 - E_0) تصادم غير مرن مع ذرات النيون التي في المستوى ...... (E_2 - E_1 - E_0)
فتنتقل ذرات النيون إلى المستوى ...... (E_2 - E_1 - E_0)

٣- تنتج فوتونات الانبعاث المستحث نتيجة انتقال ذرات النيون من المستوى ...... (E_2 - E_1 - E_0) إلى المستوى ...... (E_2 - E_1 - E_0)

٤- المستوى شبه المستقر في النيون هو المستوى ...... (E_2 - E_1 - E_0)
والمستوى شبه المستقر في الهيليوم هو المستوى ...... (E_2 - E_3 - E_0)

look تنتج فوتونات الانبعاث المستحث (الليزر) نتيجة انتقال ذرات النيون من

$(E_1 \xleftarrow{\text{إلى}} E_2)$

$(3p \xleftarrow{\text{إلى}} 5S)$

س) مادور الانبعاث التلقائى فى ليزر He , Ne ؟!

أول دفعة نيون تهبط تلقائياً ← ينتج عنها فوتونات فتسبب انبعاث مستحث .

علل) غازى الهيليوم والنيون مناسبين لإنتاج ليزر غازى .

لتقارب قيم طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة فيهما .

* مستوى شبه المستقر : مستوى طاقة يتميز بفترة عمر طويلة نسبياً (حوالى 10^{-3} sec) .

- فترة العمر للمستوى الأرضى (مالانهاية ∞)
- فترة العمر للمستوى العادى (10^{-8} sec)
- فترة العمر للمستوى شبه المستقر (10^{-3} sec)] ← النسبة (10^5)

look الهيليوم : مساعد جيد (إثارة ذرات النيون بالتصادم معها)

النيون : المادة الفعالة (الوسط الفعال لإنتاج شعاع الليزر)

خلى بالك

الهيليوم : يثار بفعل الجهد الكهربى .

والنيون : يثار بفعل التصادم الغير مرن مع الهيليوم المثار فيكتسب منه طاقة .

L
1 2 3 4

look طول الأنبوب (L) مصمم بحيث يكون عدد صحيح من أنصاف الأطوال الموجية (القطاعات) .

حتى تكون موجات الضوء المارة خلالها موجات موقوفة فيتم تكبيرها .

س) يعتبر ليزر الهيليوم نيون مثالاً لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية وطاقة حرارية وضح آلية هذا التحويل ؟!

- **تتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية** ← نتيجة الانبعاث المستحث لذرات النيون والتي يتم تضخيمها بواسطة التجويف الرنيني حتى تخرج على شكل ليزر من المرآة شبه المنفذة.

- **تتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية** ← نتيجة الفوتونات العشوائية والناتجة من الانبعاث التلقائي لذرات النيون.

اختر

1) الانبعاث السائد في مصباح النيون هو ------ (تلقائي - مستحث - ممتص)

2) الانبعاث السائد في ليزر (He-Ne) هو ------ (تلقائي - مستحث - ممتص)

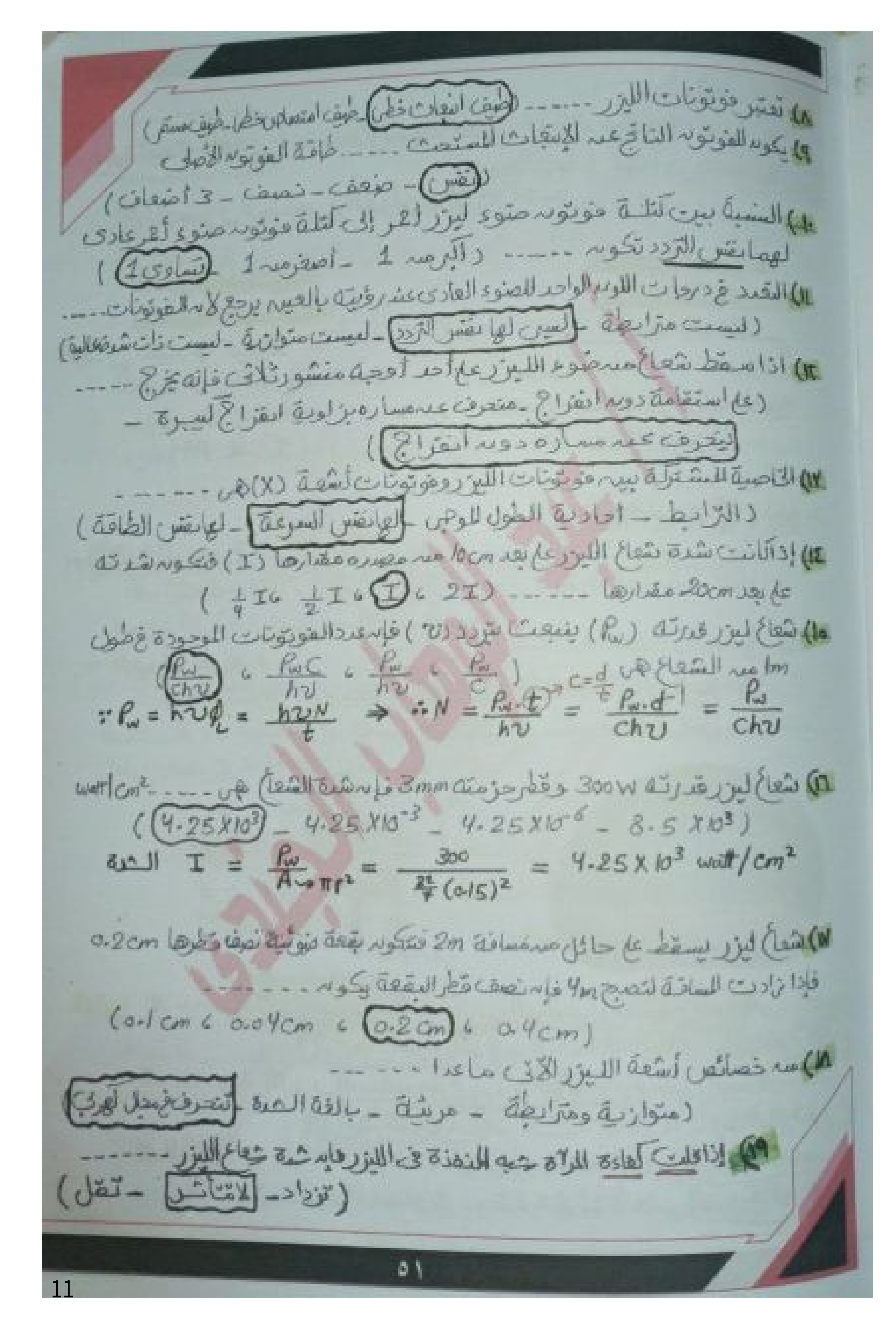
3) تنبعث أشعة الليزر من ليزر (He-Ne) من ذرات ...... (الهيليوم - النيون - كلاهما)

4) في ليزر الهيليوم - نيون تكون طاقة فوتون الليزر المنبعث من ذرة النيون ------ الطاقة المنتقلة إلى ذرة النيون عند اصطدامها بذرة هيليوم مثارة
(أقل من - أكبر من - تساوي)

5) تفقد ذرات الهيليوم المثارة في ليزر الهيليوم - نيون طاقة إثارتها وتعود إلى المستوى الأرضي نتيجة ------
(التصادم مع ذرات هيليوم غير مثارة - التصادم مع ذرات نيون غير مثارة
انطلاق فوتون بالانبعاث التلقائي - انبعاث فوتون بالانبعاث المستحث)

6) دور المرايا في نهاية أنبوبة ليزر (He-Ne) هو ------
(زيادة تردد فوتونات الليزر - زيادة سرعة فوتونات الليزر
زيادة عدد فوتونات الليزر - زيادة كمية تحرك فوتونات الليزر)

7) يصاحب عملية الانبعاث المستحث في ليزر الهيليوم - نيون انتقال ذرات النيون من ......
(المستوى شبه المستقر إلى المستوى الأرضي - المستوى الأرضي إلى المستوى شبه المستقر
المستوى شبه المستقر إلى مستوى إثارة أدنى - المستوى شبه مستقر إلى مستوى إثارة أعلى)



٨) تعتبر فوتونات الليزر ...... (طيف انبعاث خطي - طيف امتصاص خطي - طيف مستمر)

٩) يكون للفوتون الناتج عن الانبعاث المستحث ...... طاقة الفوتون الأصلي
(نفس - ضعف - نصف - 3 أضعاف)

١٠) النسبة بين كتلة فوتون ضوء ليزر أحمر إلى كتلة فوتون ضوء أحمر عادي لهما نفس التردد تكون ...... (أكبر من 1 - أصغر من 1 - تساوي 1)

١١) التعدد في درجات اللون الواحد للضوء العادي عند رؤيته بالعين يرجع لأن الفوتونات ......
(ليست مترابطة - ليس لها نفس التردد - ليست متوازية - ليست ذات شدة عالية)

١٢) اذا سقط شعاع من ضوء الليزر على أحد أوجه منشور ثلاثي فإنه يخرج ......
(على استقامة دون انفراج - منحرف عن مساره بزاوية انفراج كبيرة - ينحرف عن مساره دون انفراج)

١٣) الخاصية المشتركة بين فوتونات الليزر وفوتونات أشعة (X) هي ......
(الترابط - أحادية الطول الموجي - لها نفس السرعة - لها نفس الطاقة)

١٤) إذا كانت شدة شعاع الليزر على بعد 10cm من مصدره مقدارها (I) فتكون شدته على بعد 20cm مقدارها ...... ($2I$ ، I ، $\frac{1}{2}I$ ، $\frac{1}{4}I$)

١٥) شعاع ليزر قدرته (P_w) ينبعث بتردد (ν) فإن عدد الفوتونات الموجودة في طول 1m من الشعاع هي
($\frac{P_w}{C}$ ، $\frac{P_w}{h\nu}$ ، $\frac{P_w C}{h\nu}$ ، $\frac{P_w}{Ch\nu}$)

$$\because P_w = h\nu\phi_L = \frac{h\nu N}{t} \Rightarrow \therefore N = \frac{P_w \cdot t}{h\nu} \quad c=\frac{d}{t} \quad = \frac{P_w \cdot d}{Ch\nu} = \frac{P_w}{Ch\nu}$$

١٦) شعاع ليزر قدرته 300W وقطر حزمته 3mm فإن شدة الشعاع هي ...... watt/cm²
(8.5×10^{3} - 4.25×10^{-6} - 4.25×10^{-3} - 4.25×10^{3})

$$\text{الشدة } I = \frac{P_w}{A = \pi r^2} = \frac{300}{\frac{22}{7}(0.15)^2} = 4.25\times10^{3}\ watt/cm^2$$

١٧) شعاع ليزر يسقط على حائل من مسافة 2m فتكون بقعة ضوئية نصف قطرها 0.2cm فإذا زادت المسافة لتصبح 4m فإن نصف قطر البقعة يكون ......
(0.4cm ، 0.2cm ، 0.04cm ، 0.1cm)

١٨) من خصائص أشعة الليزر الآتي ماعدا ......
(متوازية ومترابطة - مرئية - بالغة الشدة - تنحرف في مجال كهربي)

١٩) إذا قلت كفاءة المرآة شبه المنفذة في الليزر فإن شدة شعاع الليزر ......
(تزداد - لا تتأثر - تقل)

تطبيقات الليزر

تستخدم أشعة الليزر في مجالات متعددة منها :-

① التصوير المجسم (الهولوجرافي) :-

الصورة المستوية (ثنائية الأبعاد 2D)	الصورة المجسمة (ثلاثية الأبعاد 3D)
تكون نتيجة ← اختلاف الشدة الضوئية (السعة)	تكون نتيجة: اختلاف الشدة الضوئية (السعة) - اختلاف فرق الطور فرق المسار (تضاريس الجسم)
مربع السعة $\propto$ الشدة $(I \propto A^2)$	فرق الطور = $\frac{2\pi}{\lambda}$ × فرق المسار

• **الأشعة المرجعية :-**

هي أشعة متوازية تستخدم في التصوير المجسم لها نفس الطول الموجي للأشعة المنعكسة عن الجسم.

• **الهولوجرام :-**

صورة مشفرة تتكون نتيجة تداخل الأشعة المرجعية مع الأشعة المنعكسة عن الجسم المراد تصويره وتظهر على شكل هدب تداخل بعد تحميض اللوح الفوتوغرافي

تكوين الهولوجرام

اختر:

1- خاصية الليزر المستخدمة في تكوين الهولوجرام في تصوير المجسم هي ......

(ترابط الفوتونات - الشدة العالية - إتفاقها في الطور)

2- خاصية الليزر المستخدمة في إنارة الهولوجرام في تصوير المجسم هي ......

(ترابط الفوتونات - الشدة العالية - إتفاقها في الطور)

3- الصورة التي نراها عند إضاءة الهولوجرام بشعاع الليزر عبارة عن صورة ......

(حقيقية مساوية - حقيقية ثلاثية الأبعاد - تقديرية ثلاثية الأبعاد)

٣) فى مجال الطب :-

* تستخدم (أشعة الليزر + الألياف الضوئية) فى التشخيص والعلاج بالمناظير.
* تستخدم أيضاً فى **طب العيون**.

↳ فى علاج انفصال شبكية العين ← حيث يتم تسليط حزمة من أشعة الليزر على الأجزاء المصابة وبالتالى تلتئم بفعل **الطاقة الحرارية** لأشعة الليزر.

↳ فى علاج حالات قصر وطول النظر.

٢) فى مجال الاتصالات :-

تستخدم (أشعة الليزر + الألياف الضوئية) كبديل كابلات التليفونات.

٤) فى المجالات العسكرية :-

توجيه الصواريخ بدقة عالية ، وفى القنابل الذرية ورادار الليزر (حرب النجوم)

٥) فى مجال الصناعة :-

تستخدم على الأخص فى الصناعات الدقيقة ، صهر المعادن (إسالة الحديد) ، وثقب الماس.

٦) مجال الحاسبات :-

التسجيل على الأقراص المدمجة (CD) ، طابعة الليزر

٧) أعمال المساحة لتحديد المساحات والأبعاد بدقة.

٨) عروض الليزر والفنون

٩) أبحاث الفضاء.

Look

الخاصية		الاستخدامات
• الشدة	←	الصناعات الدقيقة - ثقب الماس - عمل المناظير
• التوازى	←	توجيه الصواريخ - الرادار - أبحاث الفضاء وأعمال المساحة.
• الترابط	←	التصوير المجسم (هولوجرافى) - العروض الفنية
• النقاء الطيفى	←	تجربة ينج لدراسة التداخل فى الضوء.

«الإلكترونيات الحديثة»

* تقسيم المواد حسب التوصيلية الكهربية :-

الموصلات : هي المواد التي توصل الكهرباء والحرارة بسهولة لوفرة الإلكترونات الحرة بها مثل المعادن.

العوازل : هي المواد التي لا توصل الكهرباء والحرارة بسهولة لعدم توفر الالكترونات الحرة مثل الخشب والبلاستيك والزجاج والبورسلين.

أشباه الموصلات : هي مواد ليست جيدة التوصيل كما أنها ليست رديئة التوصيل في درجة الحرارة العادية فهي مرحلة متوسطة وتزداد فيها التوصيلية بزيادة درجة الحرارة مثل السيلكون والجرمانيوم.

«أنواع أشباه الموصلات»

أشباه موصلات نقية «رفع درجة الحرارة»

أشباه موصلات غير نقية «التطعيم»

أشباه موصلات نقية

البلورة : ترتيب هندسي منتظم للذرات في الحالة الصلبة.

س) تكلم عن التركيب الالكتروني لذرة السيليكون؟!

ذرة السيليكون : عبارة عن نواة بها ١٤ بروتون يحيط بها ٣ مستويات طاقة ، يحتوي الأول على 2 إلكترون والثاني على 8 إلكترونات ونظراً لوجود 4 إلكترونات في القشرة الخارجية نجد أن السيليكون يشارك مع أربع ذرات سيليكون أخرى بأربع روابط تساهمية حيث تكتمل القشرة الخارجية لكل ذرة سيليكون على 8 إلكترونات بأسلوب التشارك.

* إلكترونات ذرة السيليكون ٣ أنواع :-

١) إلكترونات المستويات الداخلية :- ترتبط بشدة بالنواة
٢) إلكترونات التكافؤ :- في القشرة الخارجية لها تشارك في عمل روابط تساهمية بين الذرات والهاربة الحركة عبر المسافات البينية بدرجة كبيرة.
٣) الإلكترونات الحرة :- تتحرك حركة عشوائية مستقلة في حيز أكبر وهو البلورة.

طرق رفع كفاءة شبه الموصل على التوصيل :-

١) رفع درجة الحرارة (التسخين).
٢) التطعيم (إضافة شوائب خماسية أو ثلاثية).

أولاً :- رفع درجة الحرارة :-

* تأثير درجة الحرارة على شبه الموصل :

درجات الحرارة المنخفضة	درجات الحرارة المرتفعة
في درجات الحرارة المنخفضة خاصة عند صفر للعين ($-273^\circ C$) تكون الروابط بين ذرات البلورة سليمة ، ولا توجد إلكترونات حرة .	عند ارتفاع درجة حرارة البلورة تنكسر بعض الروابط فتنطلق بعض الإلكترونات من روابطها وتصبح إلكترونات حرة .
- تكون البلورة عازلة	تصبح البلورة موصلة

لذلك :- التوصيلية الكهربية لأشباه الموصلات الكهربية تزداد بزيادة درجة الحرارة.

* عند رفع درجة حرارة شبه الموصل :-

١) تزداد التوصيلية الكهربية.
٢) تتحرك الإلكترونات عكس حركة الفجوات موصلة التيار الكهربي.
٣) البلورة نقية ومتعادلة كهربياً ($n = p$)

n ← تركيز الإلكترونات (-)
p ← تركيز الفجوات (+)

١) الالكترون الذى تحرر :- يترك مكاناً فارغاً فى الرابطة المكسورة يسمى فجوة تظهر فيها شحنة موجبة.

٢) كلما زادت درجة الحرارة :- زاد عدد الإلكترونات الحرة السالبة والفجوات الموجبة حتى تصل إلى حالة إتزان حرارى.

٣) الاتزان الحرارى :- هو ذلك الاتزان الذى يتساوى فيه عدد الروابط المكسورة فى الثانية مع عدد الروابط المتكونة فى الثانية فى بلورة شبه الموصل النقى.

علل) لاتتمى الذرة التى كسرت إحدى روابطها أيوناً ؟!
لأن الفجوة سرعان ما تقتنص الكترون إما من رابطة مجاورة أو من الالكترونات الحرة فتصبح الذرة متعادلة وتنتقل الفجوة إلى رابطة أخرى وهكذا.

٤) الفجوة :- تمثل شحنة موجبة تعبر عن مكان فارغ يتركه الالكترون فى رابطة مكسورة فى بلورة شبه موصل.

٥) الإلكترونات الحرة :- تمثل النوع الثالث من الالكترونات التى تتحرك حركة عشوائية وهى أيضاً مقيدة ولكن فى حيز أكبر وهو البلورة ذاتها ويحدها سطح البلورة.

٦) كسر الرابطة :- يحتاج إلى حد أدنى من الطاقة فى صورة طاقة حرارية أو ضوئية.

٧) التئام الرابطة :- عند التئام الرابطة تنطلق الطاقة على شكل طاقة حرارية أو ضوئية.

٨) مميزات أشباه الموصلات :- حساسة جداً للحرارة
حساسة جداً للشوائب.

علل) لا يفضل تسخين شبه الموصل النقي لزيادة توصيليته للتيار الكهربي.
لأن زيادة درجة الحرارة بمقدار كبير يؤدي إلى تفكك الشبكة البلورية وكسر الروابط وبالتالي تتحطم البللورة.

• شبه الموصل النقي :- شبه موصل يكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة (n) = تركيز الفجوات الموجبة (P).

Look **يمكن تعيين عدد الذرات (N) في حجم معين من مادة شبه موصل من العلاقة**

$$N = n \cdot N_A$$
عدد الذرات N = عدد المولات n · عدد أفوجادرو N_A

$$n = \frac{m}{M}$$
عدد المولات n = كتلة المادة m / الكتلة المولية M

$$m = \rho \cdot Vol$$
كتلة المادة m

مثال :- احسب عدد ذرات السيليكون الموجودة في $0.5\ cm^3$ من بللورة سيليكون إذا كانت كثافة السيليكون $2.33\ g/cm^3$ والوزن الذري له 28.
(علماً بأن عدد أفوجادرو = 6.023×10^{23} ذرة/مول)

الحل

كتلة السيليكون $m = \rho \cdot Vol = 2.33\times0.5 = 1.165\ g$

عدد المولات $n = \frac{m}{M} = \frac{1.165}{28}$

عدد الذرات $N = n \cdot N_A = \frac{1.165}{28}\times6.023\times10^{23} = 2.5\times10^{22}\ atom$

لأن تحقق هدفاً صغيراً كل يوم يعلو بك على سلم النجاح
خيراً لك
من الوقوف في مكانك وانتظار المجهول

وجه المقارنة	الموصلات (المعادن)	أشباه الموصلات
بنية البلورة	تتكون من أيونات موجبة وسحابة من الالكترونات الحرة التي تتحرك عشوائياً في الموصل، وتوجد قوة تجاذب بين الأيونات والإلكترونات.	تتكون من ذرات تربطها روابط تساهمية.
حاملات الشحنة	الإلكترونات	الإلكترونات والفجوات
أثر الحرارة على عدد حاملات الشحنة	لا يتغير عدد الإلكترونات الحرة بتغير درجة الحرارة.	يزداد عدد الإلكترونات الحرة و عدد الفجوات بزيادة درجة الحرارة.
أثر ارتفاع درجة الحرارة على R	تزداد	تقل

اختر) عند رفع درجة حرارة ملف من النحاس وبلورة سيليكون فإن التوصيلية الكهربية ....

(تزداد للنحاس وتقل للسيليكون - تقل للنحاس وتزداد للسيليكون
تزداد لكل منهما - تقل لكل منهما)

look

التوصيلية الكهربية لبلورة شبه الموصل تزداد بزيادة درجة الحرارة حتى تصل لحالة الاتزان الديناميكي (الحراري).

σ — T

ثانياً: التطعيم:

يقصد به إضافة ذرات من عنصر خماسي أو ثلاثي التكافؤ إلى بلورة نقية لعنصر رباعي بهدف زيادة عدد الإلكترونات الحرة أو عدد الفجوات بها ← وبذلك نحصل على شبه موصل غير نقي.

* أشباه الموصلات غير النقية نوعان هما *

شبه موصل من النوع السالب (n- type)	شبه موصل من النوع الموجب (p- type)
نوع الذرة الشائبة	
شوائب معطية (مانحة) خماسية التكافؤ مثل الفوسفور (P) أو الأنتيمون (Sb) أو الزرنيخ (AS).	شوائب مستقبلة (مكتسبة) ثلاثية التكافؤ مثل الألومنيوم (Al) أو البورون (B) أو الجاليوم (Ga).
عمل الذرة الشائبة	
تشترك ذرة الشائبة بـ 4 إلكترونات في تكوين روابط مع ذرات السيليكون المجاورة لها، ويبقى إلكترون واحد ضعيف الارتباط بالنواة فسرعان ما تفقده ويصبح إلكترون حر وتتحول الذرة الشائبة إلى أيون موجب لا يشارك في عملية التوصيل الكهربي	تشترك ذرة الشائبة بـ 3 إلكترونات في تكوين ثلاث روابط وبالتالي تصبح هناك رابطة تساهمية ناقصة ونتيجة لذلك تتكون فجوة ولكي تصل لحالة الاستقرار (التركيب الثماني) تكتسب إلكترون من إحدى روابط السيليكون فتظهر فجوة في رابطة السيليكون وتتحول الذرة الشائبة إلى أيون سالب لا يشارك في عملية التوصيل الكهربي.
شكل البلورة المطعمة	
Si Si Si / Si P Si / Si Si Si — إلكترون حر	Si Si Si / Si Al Si / Si Si Si — فجوة

نوع حاملات الشحنة السائدة	الإلكترونات الحرة	الفجوات
ذرات الشائبة بعد التطعيم	تصبح أيونات موجبة تركيزها N_D^+	تصبح أيونات سالبة تركيزها N_A^-
في حالة الاتزان الحراري	متعادلة كهربياً مجموع الشحنات الموجبة = مجموع الشحنات السالبة. $n = p + N_D^+$	متعادلة كهربياً مجموع الشحنات الموجبة = مجموع الشحنات السالبة $p = n + N_A^-$
العلاقة بين p، n	$n > p$	$p > n$
نسبة التركيز	$n \simeq N_D^+$ $p = \frac{n_i^2}{n}$	$p \simeq N_A^-$ $n = \frac{n_i^2}{p}$

قانون فعل الكتلة

$$np = n_i^2$$

n ← تركيز الإلكترونات، p ← تركيز الفجوات، n_i ← تركيز الإلكترونات أو الفجوات

حاصل ضرب تركيز الإلكترونات × تركيز الفجوات = مقدار ثابت لكل درجة حرارة لا يتوقف على نوع الشائبة ويساوي مربع تركيز الإلكترونات الحرة أو الفجوات في بلورة شبه الموصل النقي عند ثبوت درجة الحرارة.

بلورة n-type	بلورة p-type
$\because n = p + N_D^+$ p قيمته صغيرة جداً $n \simeq N_D^+$ $\therefore p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$	$\because p = n + N_A^-$ n قيمته صغيرة جداً $p \simeq N_A^-$ $\therefore n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$

تعود البلورة لحالتها الأولى عندما

$N_A^- = N_D^+$	$N_A^- = N_D^+$

مثال) بللورة سيليكون نقية تركيز الإلكترونات أو الفجوات بها $10^{10}\ cm^{-3}$ أضيف إليها ألومنيوم بتركيز $10^{12}\ cm^{-3}$.

1) ما نوع بللورة السيليكون الناتجة؟

2) احسب تركيز الفجوات والالكترونات في هذه الحالة.

3) احسب تركيز الأنتيمون الذي يضاف لتعود البللورة إلى حالتها الأولى.

الحل

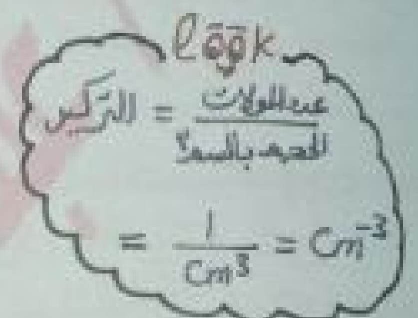
$n_i = 10^{10}\ cm^{-3} \quad N_A^- = 10^{12}\ cm^{-3} \quad n = ? \quad P = ? \quad N_D^+ = ?$

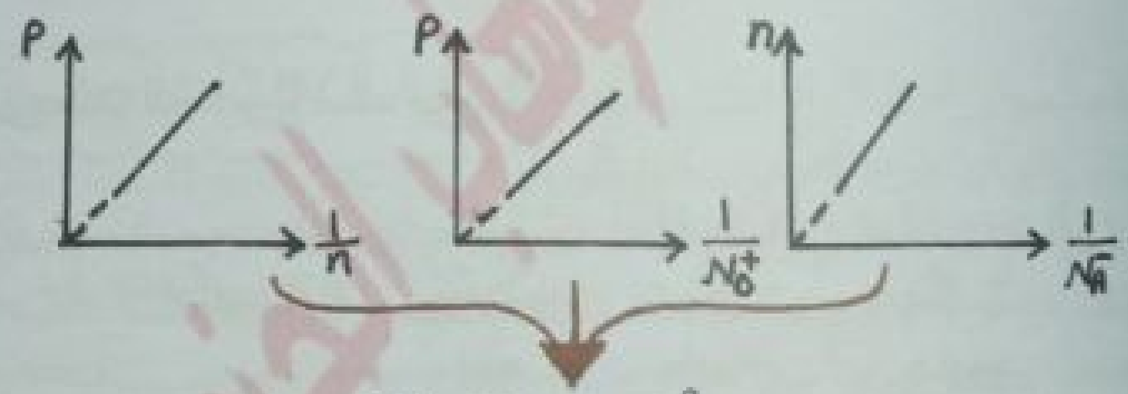
1) بللورة p-type لأن الشائبة المضافة ثلاثية التكافؤ.

$$2)\ n = \frac{n_i^2}{N_A^-} = \frac{(10^{10})^2}{10^{12}} = 10^8\ cm^{-3}$$

$$P = N_A^- = 10^{12}\ cm^{-3}$$

$$3)\quad N_D^+ = N_A^- = 10^{12}\ cm^{-3}$$





"$Slope = n_i^2$"

اختر) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في شبه موصل نقي هو $10^{12}\ cm^{-3}$ أضيف إليه أنتيمون بتركيز $10^{14}\ cm^{-3}$ فإنه يصبح ....

أ) بلورة موجبة تركيز الإلكترونات $10^{14}\ cm^{-3}$.

ب) بلورة سالبة تركيز الإلكترونات $10^{14}\ cm^{-3}$

ج) بلورة موجبة تركيز الفجوات $10^{14}\ cm^{-3}$

د) بلورة سالبة تركيز الالكترونات $10^{26}\ cm^{-3}$

$\because n_i = 10^{12}\ cm^{-3}$

$\therefore n = N_D^+ = 10^{14}\ cm^{-3}$

المكونات أو النبائط الإلكترونية

- هي وحدات بناء الأنظمة الإلكترونية.

- مميزات النبائط :-

(علل :- تستخدم النبائط كمجسات للبيئة المحيطة ؟!)

تتميز أشباه الموصلات التي تصنع منها النبائط بحساسيتها للعوامل المحيطة بها مثل :- الضوء - الحرارة - الضغط - التلوث الذري - التلوث الكيميائي لذلك تستخدم النبائط (كمجسات) أو كوسائل لقياس هذه العوامل.

- أنواع المكونات أو النبائط الإلكترونية :-

1) **مكونات بسيطة :** مثل المقاومة (R) وملف حث (L) والمكثف الكهربي (C).

2) **مكونات أكثر تعقيداً :** مثل الوصلة الثنائية (الدايود) والترانزستور.

3) **مكونات متخصصة :** مثل النبائط الكهروضوئية ونبائط التحكم في شدة التيار.

الوصلة الثنائية (الدايود)

- التركيب : تتكون من بلورتين ملتصقتين إحداهما من النوع p والأخرى من النوع n.
- الرمز في الدائرة الكهربية :-

دايود (الوصلة الثنائية) — دايود باعث للضوء — دايود يعتمد على الضوء

- ماذا يحدث عند التصاق البلورتان ؟! (شرح العمل)

1- تنتقل بعض الإلكترونات الحرة من المنطقة الأعلى في التركيز (n-type) إلى المنطقة الأقل في التركيز (P-type) كما تنتقل الفجوات من المنطقة الأعلى في التركيز (P-type) إلى المنطقة الأقل في التركيز (n-type) وينتج عن ذلك ما يسمى **بتيار الانتشار**.

٣- يتسبب تيار الانتشار في انكشاف جزء من الأيونات الموجبة في البلورة n دون غطاء يعادلها من الإلكترونات فيكتسب جزء من البلورة n جهد موجب، كما يتسبب في انكشاف جزء من الأيونات السالبة في البلورة p دون غطاء يعادلها من الفجوات فيكتسب جزء من البلورة p جهد سالب.

٤- ينتج عن ذلك منطقة خالية من الإلكترونات الحرة والفجوات تكون بها أيونات موجبة جهة n وأيونات سالبة جهة p وتسمى المنطقة **بالمنطقة الفاصلة (القاحلة).**

٤- عندما تفقد البلورة n بعض إلكتروناتها فإنها تكتسب جهداً موجباً، كما تكتسب البلورة p جهداً سالباً بسبب انتقال الإلكترونات إليها، ويتولد مجال كهربي يكون اتجاهه من البلورة n (الجهد الموجب) إلى البلورة p (الجهد السالب) يتسبب في تولد تيار يسمى **بتيار الانسياب** ويكون عكس اتجاه تيار الإنتشار.

- باستمرار انتقال الإلكترونات والفجوات من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل يزداد فرق الجهد بين البلورتين حتى يصل لقيمة تمنع انتقال مزيد من الإلكترونات من n إلى p ويصبح تيار الانتشار = تيار الانسياب ويطلق على فرق الجهد في هذه الحالة **الجهد الحاجز للوصلة الثنائية.**

ويعتمد على نوع مادة شبه الموصل المستخدمة ودرجة حرارتها ونسبة التطعيم.

* **تيار الانتشار:** التيار الناتج عن انتشار الفجوات من منطقة البلورة p إلى منطقة البلورة n وانتشار الإلكترونات من منطقة البلورة n إلى منطقة البلورة p عند تلامس البلورتين.

* **المنطقة القاحلة (الفاصلة):** منطقة خالية من حاملات الشحنة توجد على جانبي موضع تلامس البلورة n والبلورة p في الوصلة الثنائية.

* تيار الانسياب :- التيار الناتج عن المجال الكهربي الداخلي بين الأيونات الموجبة جهة n والأيونات السالبة جهة P على جانبي موضع التلامس وهو ضد تيار الانتشار.
* الجهد الحاجز للوصلة الثنائية : أقل فرق جهد داخلي على جانبي موضع التلامس البلورتين n ، P يكفي لمنع انتشار مزيد من الفجوات والإلكترونات الحرة إلى المنطقة الأقل تركيز لهما.
P
N
تيار الانسياب
تيار الانتشار
أيونات
توصيل الوصلة الثنائية
التوصيل الأمامي
التوصيل العكسي (الخلفي)
يقل سمك المنطقة الفاصلة.
يقل الجهد الحاجز.
تقل المقاومة للوصلة.
يزداد مرور التيار.
مفتاح مغلق (I↑)
يزداد سمك المنطقة الفاصلة.
يزداد الجهد الحاجز.
تزداد مقاومة الوصلة.
يقل مرور التيار جداً.
مفتاح مفتوح (I=0)
اتجاه المجال الخارجي (الناشئ عن البطارية) عكس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الفاصلة فيضعفه.
اتجاه المجال الخارجي (الناشئ عن البطارية) في نفس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الفاصلة فيقويه.
* التمثيل البياني للعلاقة بين (V) ، (I) في الوصلة الثنائية *
I(mA)
V(V)
أمامي (مفتاح مغلق)
عكسي (مفتاح مفتوح)
الجهد الحاجز
٦٤

استخدام الوصلة الثنائية

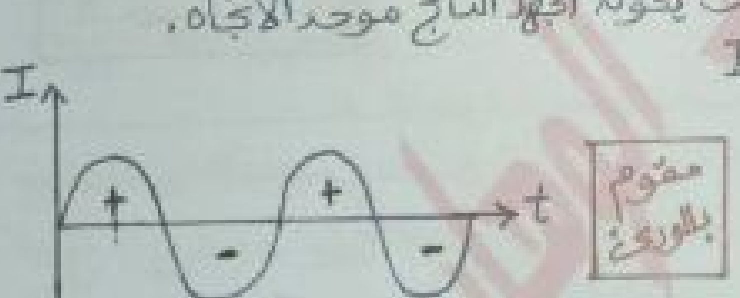
1) تستخدم كمفتاح :-

- مغلق (في حالة التوصيل الأمامي)
- مفتوح (في حالة التوصيل العكسي)

2) تقويم التيار المتردد :-

علل) تستخدم الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي.

لأن الوصلة الثنائية تسمح عبور التيار في حالة التوصيل الأمامي ولا تسمح عبوره في حالة التوصيل العكسي وبذلك يكون الجهد الناتج موحد الاتجاه.



يستخدم التيار موحد الاتجاه في :- شحن بطارية السيارة وشاحن التليفون المحمول.

خلي بالك

* التقويم نصف موجي *

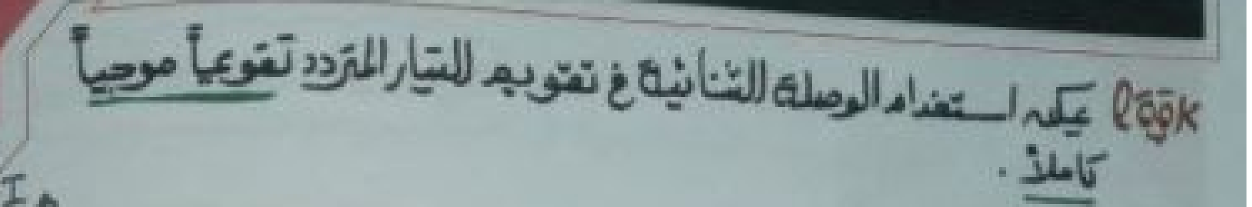
- التردد يظل ثابت.

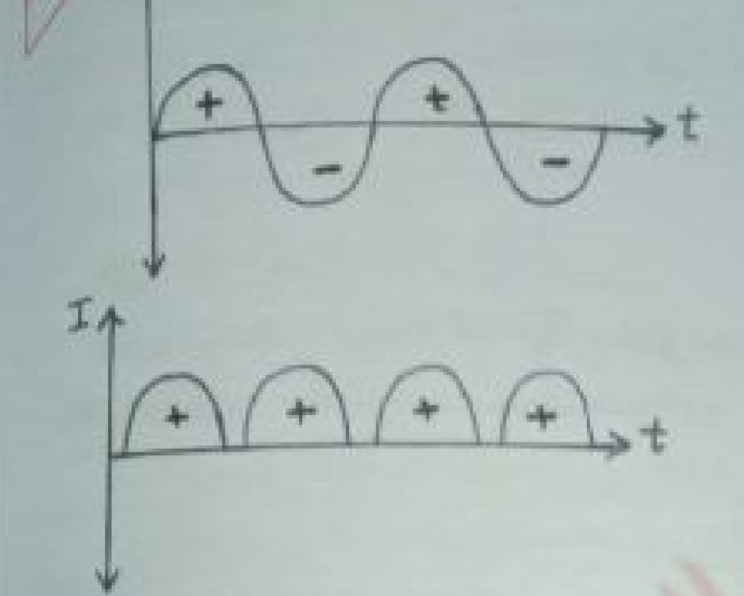
$I_{eff} = \frac{1}{2} I_{max}$ $V_{eff} = \frac{1}{2} V_{max}$ أقل من V_{eff} للمتردد

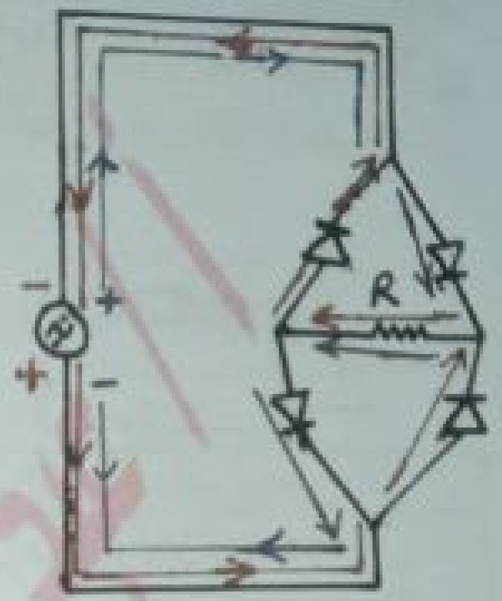
$P_{w} = I_{eff} V_{eff} = \frac{1}{4} I_{max} V_{max}$

$(emf)_{av} = \frac{2}{\pi} emf_{max}$ $\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{4}$ دورة

$(emf)_{av} = \frac{1}{\pi} emf_{max}$ دورة كاملة







* التقويم الموجي الكامل

- يزداد التردد للضعف.

• $I_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{max}$ • $emf_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} emf_{max}$

∴ $P_w = I_{eff}\, emf_{eff} = \frac{1}{2} I_{max}\, emf_{max}$

• $(emf)_{av} = \frac{2}{\pi} emf_{max}$

(دورة كاملة ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{2}$ ، $\frac{3}{4}$)

الموجي الكامل:
• يضاعف التردد
• ويثبت القدرة.

خلي بالك

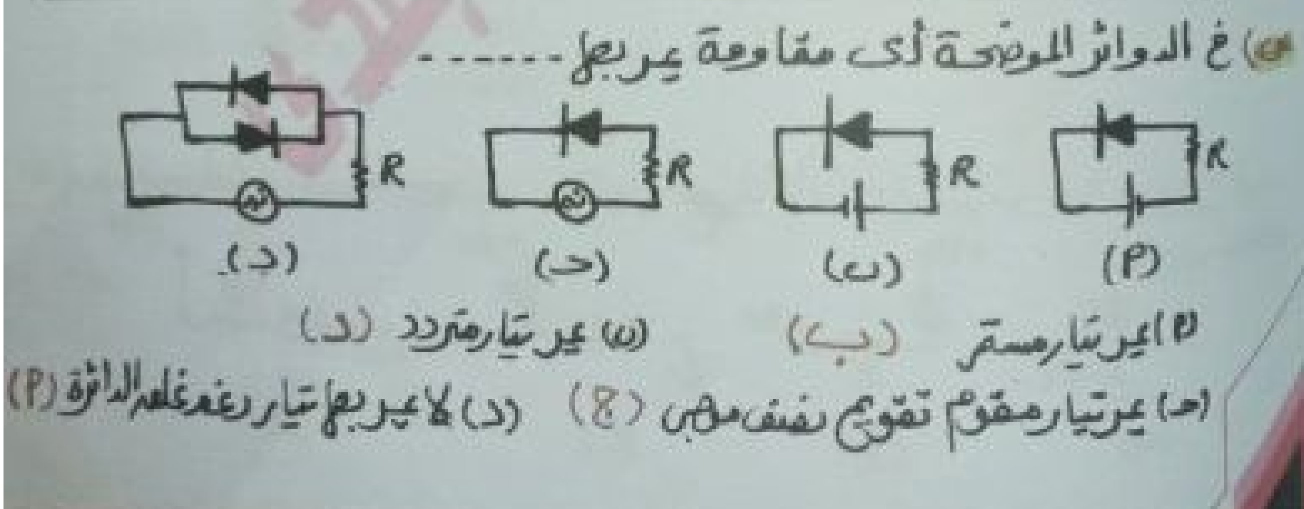
- البللورة النقية ← خالية من حاملات الشحنة السائدة $n = p$
- البللورة n-type ← الإلكترونات هي حاملات الشحنة السائدة $n > p$.
- البللورة p-type ← الفجوات هي حاملات الشحنة السائدة $p > n$.

* جهد البللورة الموجبة p-type ← متعادل (صفر).
* جهد البللورة السالبة n-type ← متعادل (صفر).

في الوصلة الثنائية ←
- جهد البللورة الموجبة ← سالب.
- جهد البللورة السالبة ← موجب.

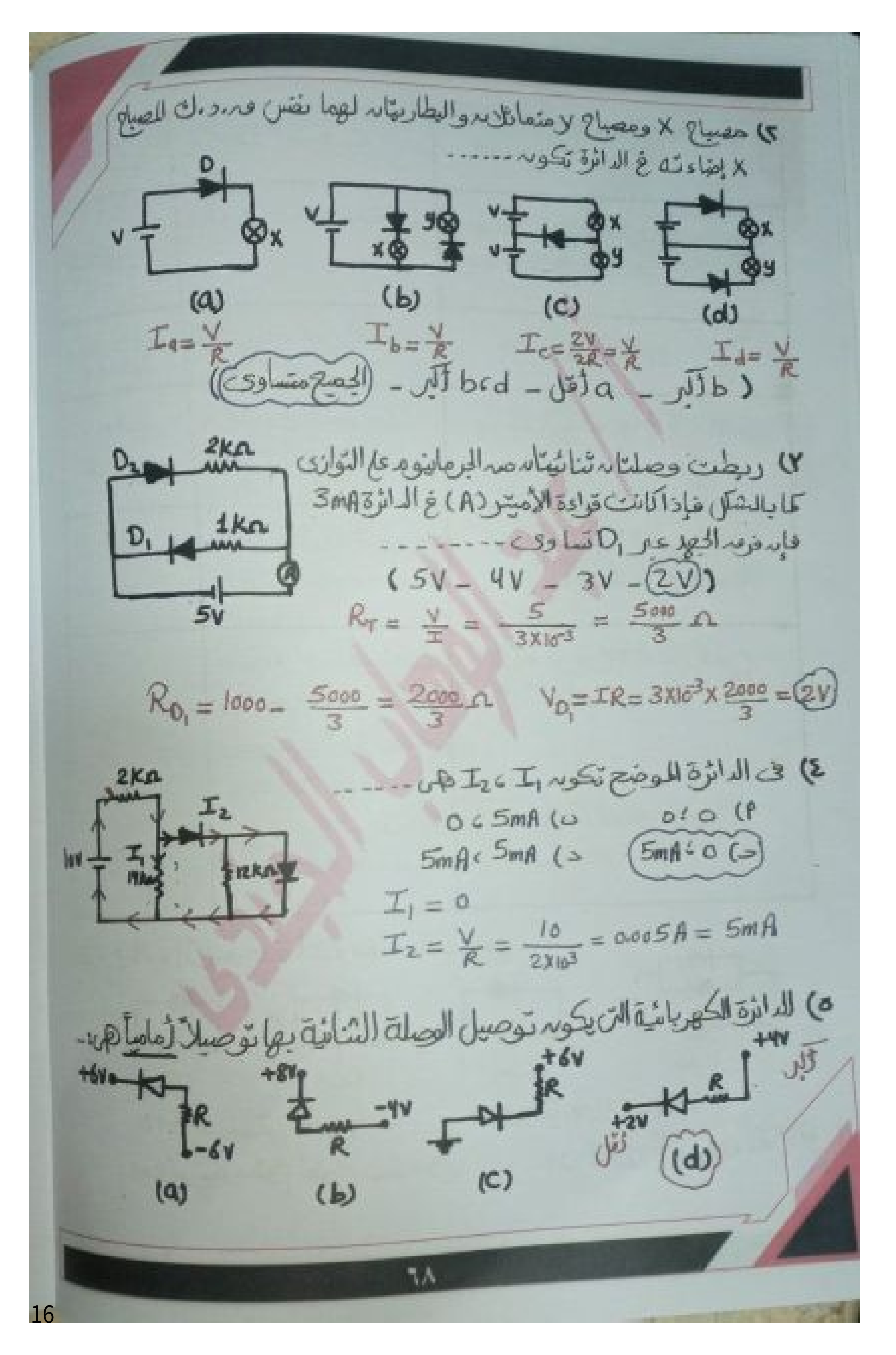
وجه المقارنة	الوصلة الثنائية	المقاومة الأومية
التكوين	بلورتين p ، n متلاصقتين	ملف من سلك لمادة ذات مقاومة نوعية مناسبة مثل التنجستين أو النيكروم
حاملات الشحنة	الإلكترونات الحرة والفجوات	الإلكترونات الحرة
اتجاه التيار المار	يمر التيار في اتجاه واحد ولا يمر في الاتجاه العكسي.	يمر التيار خلالها في الاتجاهين
أثر ارتفاع درجة الحرارة	تقل المقاومة الكهربية وتزداد التوصيلية الكهربية	تزداد المقاومة الكهربية وتقل التوصيلية الكهربية.
التوصيل بالأوميتر	تكون قراءته كبيرة جداً عند مرور التيار في اتجاه معين وصغيرة جداً في الاتجاه العاكس - لذلك يستخدم الأوميتر: - للتمييز بين الوصلة الثنائية والمقاومة الأومية. - للتأكد من سلامة الوصلة الثنائية.	لا تتغير قراءته عند عكس اتجاه التيار.

٥) في الدوائر الموضحة أي مقاومة يمر بها -----



أ) يمر تيار مستمر (ب)   ب) يمر تيار متردد (د)

ج) يمر تيار مقوم تقويم نصف موجي (ج)   د) لا يمر بها تيار رغم غلق الدائرة (أ)



٢) مصباح X ومصباح Y متماثلان والبطاريات لهما نفس ق.د.ك المصباح X إضاءته في الدائرة تكون ....

$I_a = \frac{V}{R}$ $I_b = \frac{V}{R}$ $I_c = \frac{2V}{2R} = \frac{V}{R}$ $I_d = \frac{V}{R}$

(b أكبر - a أقل - b,d أكبر - الجميع متساوى)

٣) ربطت وصلتان ثنائيتان من الجرمانيوم على التوازي كما بالشكل فإذا كانت قراءة الأميتر (A) في الدائرة 3mA فإن فرق الجهد عبر D_1 تساوي ....

(5V - 4V - 3V - 2V)

$R_T = \frac{V}{I} = \frac{5}{3\times10^{-3}} = \frac{5000}{3}\ \Omega$

$R_{D_1} = 1000 - \frac{5000}{3} = \frac{2000}{3}\ \Omega$ $V_{D_1} = IR = 3\times10^{-3} \times \frac{2000}{3} = 2V$

٤) في الدائرة الموضح تكون I_1 ، I_2 هي ....

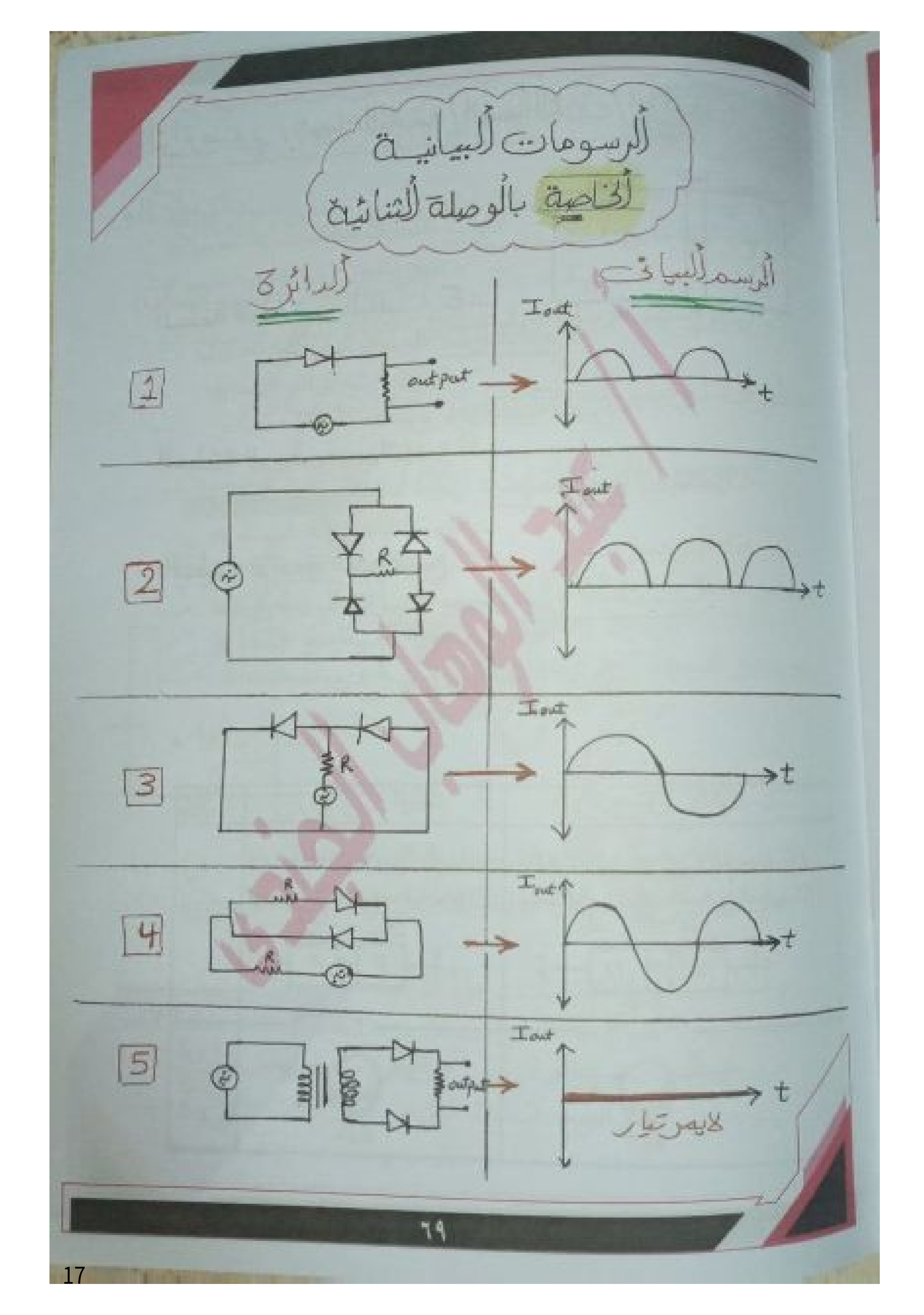
أ) 0 : 0 ب) 0 ، 5mA

ج) 5mA : 0 د) 5mA ، 5mA

$I_1 = 0$

$I_2 = \frac{V}{R} = \frac{10}{2\times10^{3}} = 0.005A = 5mA$

٥) الدائرة الكهربائية التي يكون توصيل الوصلة الثنائية بها توصيلاً أمامياً هي ....


الرسومات البيانية
الخاصة بالوصلة الثنائية
الدائرة
الرسم البياني
1
output
I_{out}
t
2
R
3
4
5
لا يمر تيار
٦٩

الترانزستور / الوصلة الثلاثية / الصمام الثلاثي / الترايود

- **التركيب :-**

يتكون من ثلاث مناطق متلاصقة من مادة شبه موصلة مطعمة (غير نقية) هي :-

المنطقة الأولى تسمى الباعث E :-

عبارة عن بلورة شبه موصلة متوسطة الحجم
بها نسبة عالية من الشوائب
ذات مقاومة صغيرة وتوصيلية كبيرة .

المنطقة الوسطى تسمى القاعدة B :-

عبارة عن بلورة شبه موصل عرضها صغير للغاية (رقيقة جداً)
بها نسبة قليلة من الشوائب .

المنطقة الأخيرة تسمى المجمع C :-

عبارة عن بلورة شبه موصل كبيرة الحجم نسبياً .
بها نسبة شوائب أقل من الباعث .
ذات مقاومة كبيرة وتوصيلية صغيرة .

- **الأنواع :-**

وجه المقارنة	ترانزستور pnp	ترانزستور npn
التركيب	تتكون القاعدة من النوع السالب (n) بينما الباعث والمجمع من النوع الموجب (p) I_E I_C +E [p n p] C- ; -B I_B	تتكون القاعدة من النوع الموجب (p) بينما الباعث والمجمع من النوع السالب (n) I_E I_C -E [n p n] C+ ; +B I_B
الرمز في الدائرة الكهربية	E C B	E C B

* في أنواع الترانزستور *

- عينك على الباعث ادليه إشارة بنوعه (p(+) ، n(-)) والاتنينه التانيه عكسه .
- $I_E = I_B + I_C$
- يشير السهم المرسوم على الباعث إلى اتجاه التيار الإصطلاحي . (الكهرباء بتمشي من الموجب للسالب)

* طرق توصيل الترانزستور في الدائرة الكهربية :-

① توصيل الترانزستور (npn) والقاعدة مشتركة :-

- طريقة التوصيل :-

يوصل الباعث (E) مع القاعدة (B) توصيلاً أمامياً

ويوصل المجمع (C) مع القاعدة (B) توصيلاً عكسياً

(شكل الدائرة)

- شرح العمل :-

- تنطلق الإلكترونات من الباعث (n-type) إلى القاعدة (p-type) حيث تنتشر فيها بعض الوقت إلى أن يقتنصها المجمع (n-type) .

- أثناء انتشار الإلكترونات داخل القاعدة (p-type) تستهلك نسبة صغيرة جداً منها في ملء الفجوات لتحدث عملية الإلتئام نظراً لأنه عرض القاعدة صغير للغاية وبها نسبة قليلة من الشوائب وبالتالي يكون دائماً تيار المجمع (I_C) أقل من تيار الباعث (I_E) حيث ($I_E = I_B + I_C$)

- الاستخدام :-
يستخدم الترانزستور عند توصيله في دائرة القاعدة مشتركة في
تكبير الجهد والقدرة الكهربية
ولا يمكن استخدامه لتكبير التيار الكهربي نظراً لأن تيار المجمع
يكون أقل من تيار الباعث.

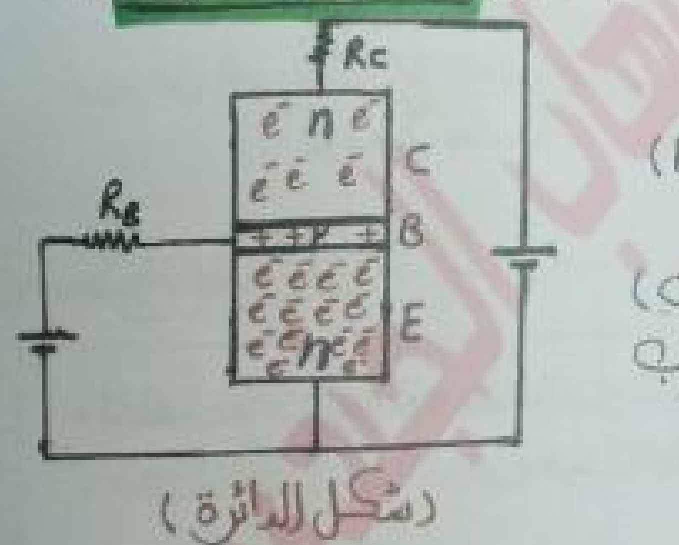
نسبة التوزيع (α_e) :-
« نسبة تيار المجمع إلى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجمع »

- تقترب قيمة α_e من الواحد الصحيح :-
لأن $I_C \simeq I_E$ حيث إن قيمة I_B
صغيرة جداً فتصبح قيمة α_e قريبة من
الواحد الصحيح.

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

ليس لها وحدة قياس

② توصيل الترانزستور (npn) والباعث مشترك :-



(شكل الدائرة)

- طريقة التوصيل :-
يوصل الباعث (E) مع القاعدة (B)
توصيلاً أمامياً
يوصل الباعث (E) مع المجمع (C)
بحيث يوصل الباعث بالقطب السالب
والمجمع بالقطب الموجب.

- شرح العمل :-
• تتنافر إلكترونات الباعث (n-type) مع القطب السالب للبطارية فيتجمع تيار من الإلكترونات عند الباعث ويتحرك تجاه المجمع.
• إذا وضعت إشارة كبيرة صغيرة في تيار القاعدة فإن تأثيرها يظهر مكبراً في تيار المجمع.

نسبة التكبير β_e :-

" نسبة تيار المجمع إلى تيار القاعدة عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع "

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$

ليس لها وحدة قياس

$1 < \beta_e$ دائماً أكبر من 1

β_e ثابت للترانزستور الواحد.

حساب نسبة التكبير بدلالة ثابت التوزيع :-

$\because I_C = \alpha_e I_E$ $\quad \because I_B = I_E - I_C$ $\quad \therefore I_B = I_E - \alpha_e I_E$

$$\therefore \beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{I_E - \alpha_e I_E} = \frac{\alpha_e I_E}{I_E(1-\alpha_e)} = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

الخلاصة

I_C دائماً فوق

- $\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$ — β_e نسبة التكبير
- $\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$ — α_e نسبة التوزيع

ليس لهما وحدة قياس

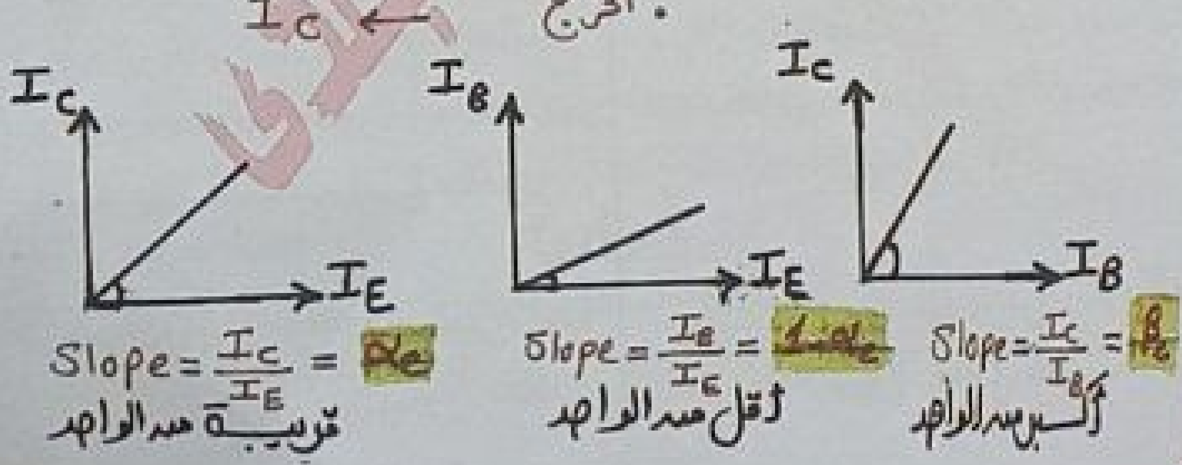
- $I_E = I_B + I_C$

I_E تيار الباعث

I_B تيار القاعدة

I_C تيار المجمع

- أدخلت إشارة ← I_B
- الخرج ← I_C



Slope $= \frac{I_C}{I_E} = \alpha_e$ قريبة من الواحد

Slope $= \frac{I_B}{I_E} = 1-\alpha_e$ أقل من الواحد

Slope $= \frac{I_C}{I_B} = \beta_e$ أكبر من الواحد

* الاستخدام :-

١) يستخدم كمكبر :-

تعتمد فكرة عمل الترانزستور في دائرة الباعث المشترك كمكبر على أنه

« إذا وضعت إشارة كهربية صغيرة في تيار القاعدة الصغير يظهر تأثيرها مكبراً في تيار المجمع » وهذا ما يسمى ← **فعل الترانزستور**

٢) يستخدم كمفتاح :-

الترانزستور في حالة on (مفتاح مغلق)

طريقة التوصيل

Rc — C — RB — B — E — Vcc — أمامي

الأساس العلمي

أمامي: ↓↓ R_B ، ↑↑ I_B ، ↑↑ I_C

$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$

ثابت ، ↓ ، ↑

الترانزستور في حالة off (مفتاح مفتوح)

طريقة التوصيل

Rc — C — RB — B — E — Vcc — عكسي

$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$ (كيرشوف)

الأساس العلمي

عكسي: ↑↑ R_B ، ↓↓ I_B ، ↓↓ I_C

$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$

ثابت ، ↑ ، ↓

إذا اعتبرنا أن القاعدة هي الدخل (input) والمجمع هو الخرج (output)، فإنه

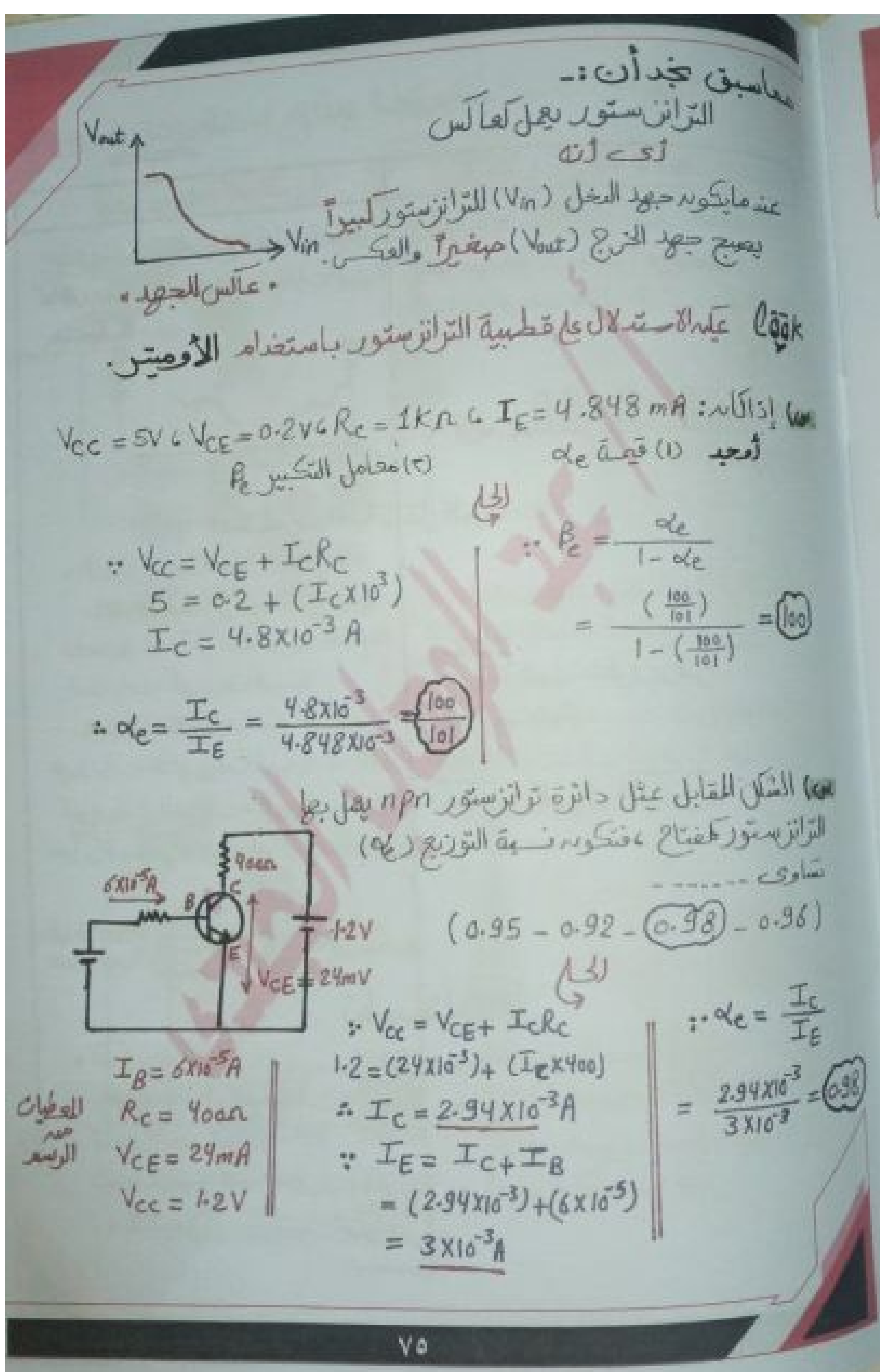
في حالة on: عند توصيل القاعدة (B) بجهد موجب أو كبير (V_{in}) يمر تيار (I_C) كبير في دائرة المجمع فتصبح قيمة $I_C R_C$ كبيرة ويحدث نقص لقيمة V_{CE} أي يكون الخرج صغيراً.

في حالة off: عند توصيل القاعدة (B) بجهد سالب أو صفر (V_{in}) تقل قيمة I_C فتقل قيمة $I_C R_C$ فيحدث زيادة لقيمة V_{CE} لتقترب من قيمة V_{CC} أي يكون الخرج كبيراً.

أي أنه

في حالة on: الترانزستور يسمح بمرور تيار القاعدة لأنه ($V_{in} > V_{out}$) ويعمل كمفتاح مغلق.

في حالة off: الترانزستور لا يسمح بمرور تيار القاعدة لأنه ($V_{out} > V_{in}$) ويعمل كمفتاح مفتوح.



مما سبق نجد أن:-

الترانزستور يعمل كعاكس

أي أنه

عندما يكون جهد الدخل (V_{in}) للترانزستور كبيراً يصبح جهد الخرج (V_{out}) صغيراً والعكس.

• عاكس للجهد •

علل: يمكن الاستدلال على قطبية الترانزستور باستخدام الأوميتر.

مثال: إذا كان: $I_E = 4.848\ mA$ ، $R_c = 1k\Omega$ ، $V_{CE} = 0.2V$ ، $V_{CC} = 5V$

أوجد (1) قيمة α_e (2) معامل التكبير β_e

الحل

$$\because V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$
$$5 = 0.2 + (I_C \times 10^3)$$
$$I_C = 4.8\times10^{-3}\ A$$
$$\therefore \alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{4.8\times10^{-3}}{4.848\times10^{-3}} = \frac{100}{101}$$

$$\because \beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e} = \frac{\left(\frac{100}{101}\right)}{1-\left(\frac{100}{101}\right)} = 100$$

مثال: الشكل المقابل يمثل دائرة ترانزستور npn يعمل بها الترانزستور كمفتاح، فتكون نسبة التوزيع (α_e) تساوي ......

(0.95 - 0.92 - 0.98 - 0.96)

الحل

المعطيات من الرسم:

$I_B = 6\times10^{-5}\ A$

$R_C = 400\Omega$

$V_{CE} = 24mA$

$V_{CC} = 1.2V$

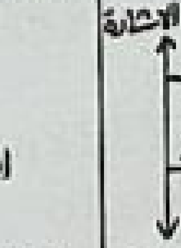
$$\because V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$
$$1.2 = (24\times10^{-3}) + (I_C\times400)$$
$$\therefore I_C = 2.94\times10^{-3}\ A$$
$$\because I_E = I_C + I_B = (2.94\times10^{-3}) + (6\times10^{-5}) = 3\times10^{-3}\ A$$

$$\because \alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.94\times10^{-3}}{3\times10^{-3}} = 0.98$$

* توجد طريقتان للتعامل مع الجهد الداخل والخارج من الدائرة الكهربية هما :-

الإلكترونيات الرقمية	الإلكترونيات التناظرية
إلكترونيات تتعامل مع الكميات الطبيعية **بعد** تحويلها إلى شفرة **غير متصلة** أساسها قيمتان فقط هما (1 ، 0) .	إلكترونيات تتعامل مع الكميات الطبيعية **كما هي** حيث تحولها إلى إشارات كهربية **متصلة** .

الإشارة — الزمن



الإشارة

• خطوات عملية نقل البيانات :

الإلكترونيات التناظرية

• التليفزيون (القنوات المفتوحة)

- **عند الإرسال :-** يتم تحويل الصوت والصورة إلى إشارات كهربية ثم إلى إشارات كهرومغناطيسية .
- **عند الاستقبال :-** يتم تحويل الإشارات الكهرومغناطيسية إلى إشارات كهربية في الهوائي « الإيريال » ثم يعمل جهاز الاستقبال على تحويلها إلى صوت وصورة

كميات غير طاقة (صوت وصورة) ⇄ (إرسال / استقبال) إشارة كهربية ⇄ (إرسال / استقبال) إشارة كهرومغناطيسية

الإلكترونيات الرقمية

- **عند الإرسال :-** يتم تحويل كل الإشارات الكهربية المتصلة إلى إشارات رقمية عن طريق **محول تناظري رقمي** .
- **عند الاستقبال :-** يتم تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات تناظرية عن طريق **محول رقمي تناظري** .

تطبيقات

الإلكترونيات التناظرية

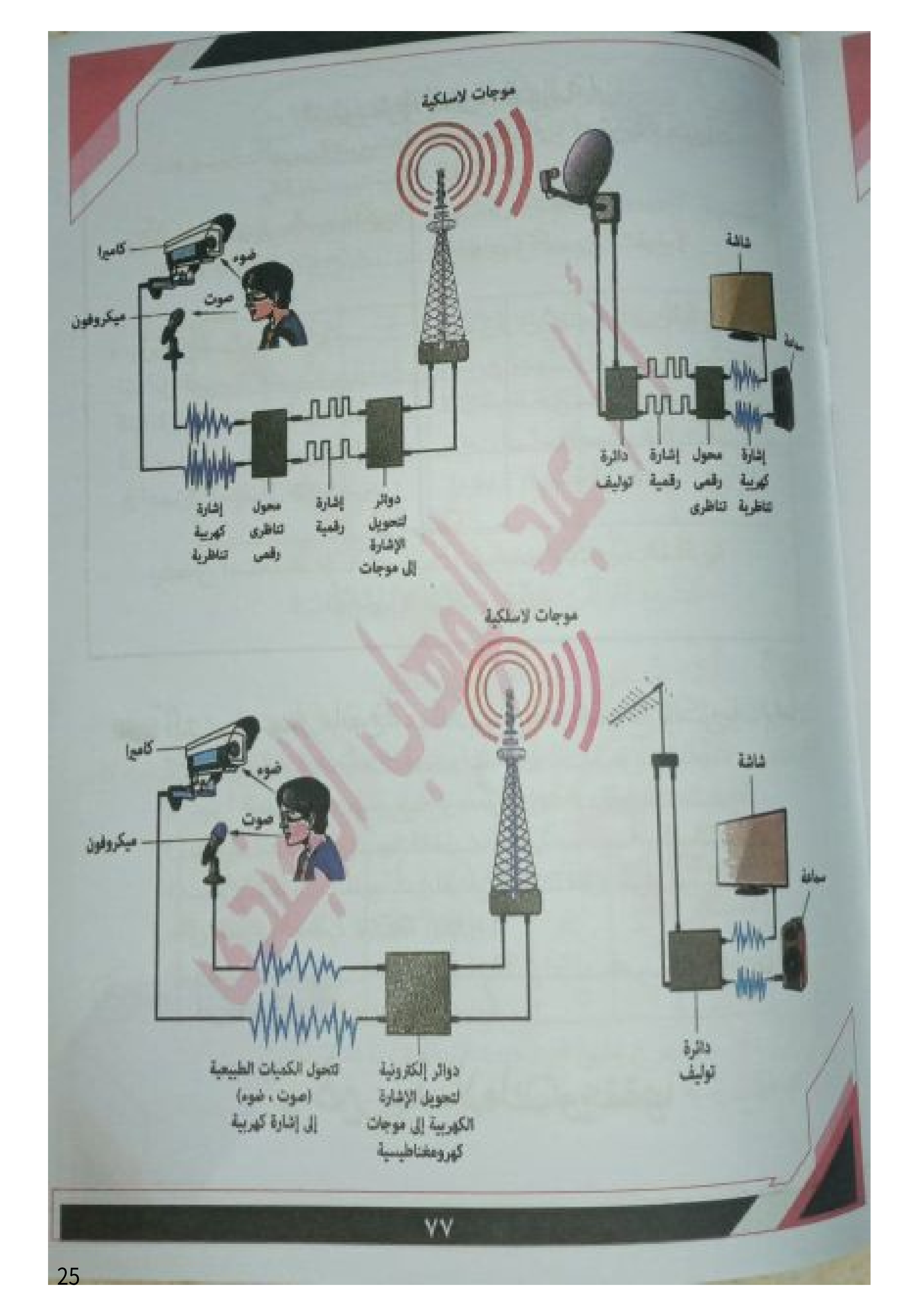
• الميكروفون
يقوم بتحويل الصوت إلى إشارة كهربية

• كاميرا الفيديو
يقوم بتحويل الصورة إلى إشارة كهربية

• التليفزيون (القنوات المفتوحة)

الإلكترونيات الرقمية

• التليفون المحمول .
• القنوات الفضائية الرقمية (المشفرة)
• أقراص الليزر المدمجة (CDs)
• أجهزة الكمبيوتر


موجات لاسلكية
كاميرا
ضوء
صوت
ميكروفون
إشارة كهربية تناظرية
محول تناظري رقمي
إشارة رقمية
دوائر لتحويل الإشارة إلى موجات
شاشة
سماعة
دائرة توليف
إشارة رقمية
محول رقمي تناظري
إشارة كهربية تناظرية
موجات لاسلكية
كاميرا
ضوء
صوت
ميكروفون
شاشة
سماعة
لتحول الكميات الطبيعية (صوت ، ضوء) إلى إشارة كهربية
دوائر إلكترونية لتحويل الإشارة الكهربية إلى موجات كهرومغناطيسية
دائرة توليف

التشويش (الضوضاء الكهربية)

• هي إشارات كهربية غير منتظمة مصدرها الحركة العشوائية للإلكترونات والتي تسبب تياراً عشوائياً.

تتأثر بالتشويش والضوضاء الكهربية (المعلومة في قيمة الإشارة)

لا تتأثر بالتشويش (المعلومة تكمن في الشفرة)

• يؤثر على الإشارة التناظرية حيث تتداخل الضوضاء الكهربية مع الإشارة التناظرية التي تحمل المعلومات وتشوشها لذلك نجد عيوب في الصوت والصورة في أجهزة الاستقبال التناظرية.

• لا يؤثر على المعلومات حيث أنه المعلومة تكمن في الكود 0 أو 1 وليس في قيمة الإشارة التي قد تتداخل معها الضوضاء وتشوشها لذلك نجد أن الصورة نقية عند استخدام أجهزة الاستقبال الرقمية.

لذلك

يفضل استخدام الإلكترونيات الرقمية عن الإلكترونيات التناظرية في الأجهزة الإلكترونية

س) اكتب باختصار ما تعرفه عن الكمبيوتر المبني عمله على الإلكترونيات الرقمية:-

1) كل ما يدخل فيه من أعداد أو حروف تتحول إلى شفرات ثنائية.
2) تجزأ الصور إلى عناصر صغيرة تسمى Pixels وتحول إلى شفرة.
3) يقوم الكمبيوتر بجميع العمليات الحسابية باستخدام الجبر الثنائي.
4) يقوم بتخزين المعلومات في الذاكرة المؤقتة RAM أو الذاكرة المستدعية مثل القرص الصلب HARD DESK.
5) وتخزن المعلومات على شكل مغنطة في اتجاه معين مما يعني 0 أو مغنطة في الاتجاه المضاد مما يعني 1.

* طير بأحلامك وحققها *

التحويل بين العدد العشري والعدد الثنائي

تحويل العدد التناظري (العشري) إلى كود رقمي (عدد ثنائي) :-

- أوجد الكود الرقمي للعدد التناظري 60

العدد التناظري / 2	60/2	30/2	15/2	7/2	3/2	1/2
الناتج	30	15	7	3	1	0
الباقي	0	0	1	1	1	1

∴ الكود الرقمي هو: $(111100)_2$

لاحظ أي شفرة بتنتهي بواحد.

تحويل الكود الرقمي (العدد الثنائي) إلى عدد تناظري (عشري) :-

- أوجد العدد التناظري للكود الرقمي $(111100)_2$

الكود	0	0	1	1	1	1
النظام الثنائي	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5
الناتج	0	0	4	8	16	32

= 60

∴ مجموع النواتج (العدد التناظري) = 60

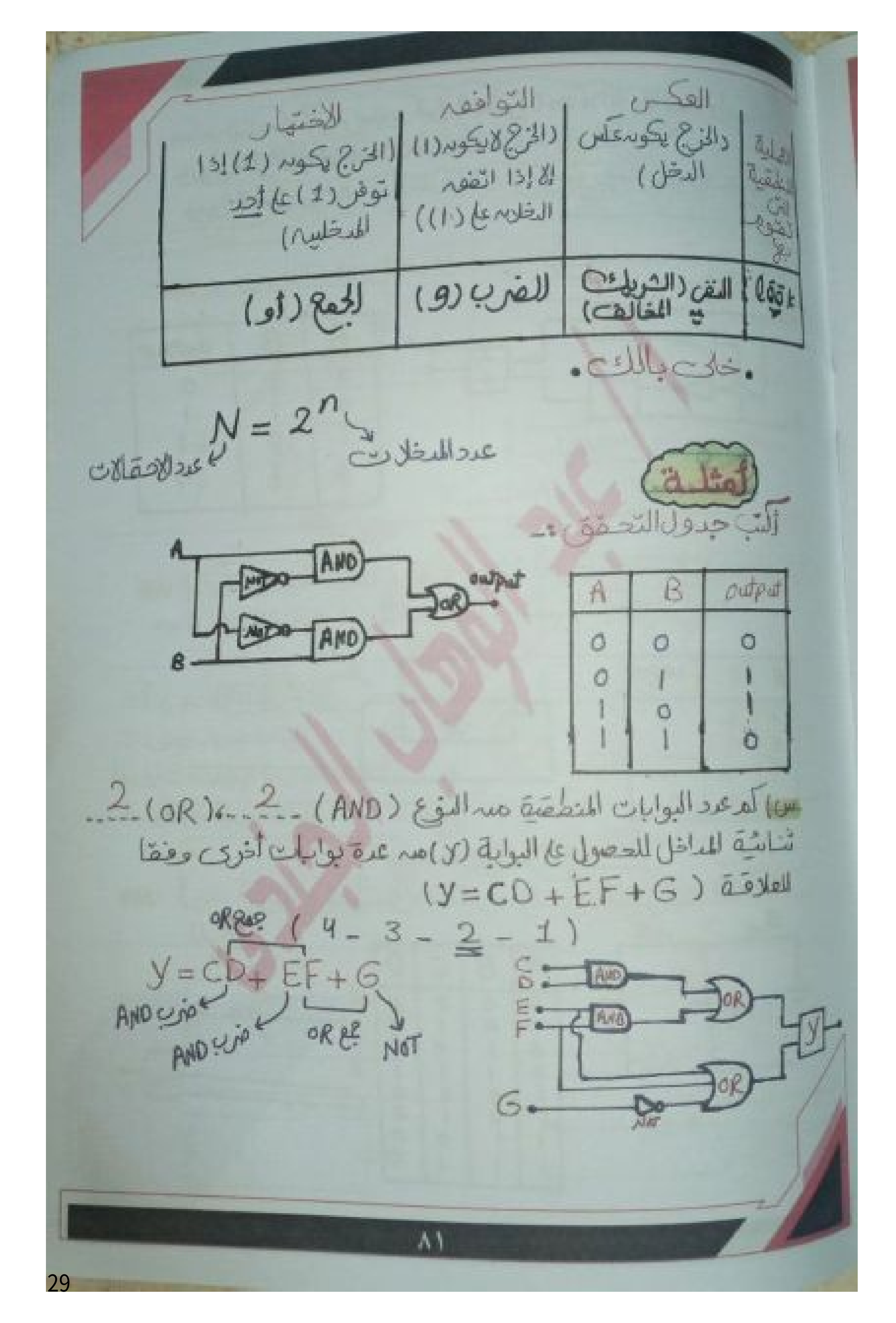
لاحظ لبدأ الترقيم بصفر.

البوابات المنطقية

أجزاء من الدوائر الإلكترونية للأجهزة الحديثة تقوم بالعمليات المنطقية على الإشارات الرقمية (المبنية على الجبر الثنائي).

- أنواع البوابات المنطقية:

وجه المقارنة	بوابة العاكس Not	بوابة التوافق (AND)	بوابة الإختيار (OR)
عدد المداخل والمخارج	مدخل واحد ومخرج واحد	مدخلان أو أكثر ومخرج واحد.	مدخلان أو أكثر ومخرج واحد.
جدول التحقق	input: 0 ← output: 1 input: 1 ← output: 0	A B output: 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	A B output: 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1
الرمز	input — Not — output	A, B — AND — output	A, B — OR — output
الدائرة الكهربية المكافئة	مفتاح موصل على التوازي في الدائرة. عند فتح المفتاح يضئ المصباح وعند غلقه لا يضئ.	مفتاحان أو أكثر متصلة على التوالي في الدائرة. لا يضئ المصباح إلا إذا أغلقت كل المفاتيح معاً.	مفتاحان أو أكثر متصلة على التوازي مع بعضها في الدائرة. يضئ المصباح إذا أغلق أي من المفاتيح أو كلها.



العملية المنطقية التي تقوم بها	العكس (الخرج يكون عكس الدخل)	التوافقية (الخرج لا يكون (1) إلا إذا اتفقت الدخلين على (1))	الاختيار (الخرج يكون (1) إذا توفر (1) على أحد المدخلين)
ما تقوم	النفي (الشريك المخالف)	الضرب (و)	الجمع (أو)

• خلي بالك •

$$N = 2^n$$

N ← عدد الاحتمالات

n ← عدد المدخلات

أمثلة

أكتب جدول التحقق :-

A	B	output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

س/ كم عدد البوابات المنطقية من النوع (AND) ...2... ، (OR) ...2... ثنائية المداخل للحصول على البوابة (Y) من عدة بوابات أخرى وفقاً للعلاقة (Y = CD + E.F + G)

(4 - 3 - 2 - 1)

Y = CD + EF + G

CD ← ضرب AND

EF ← ضرب AND

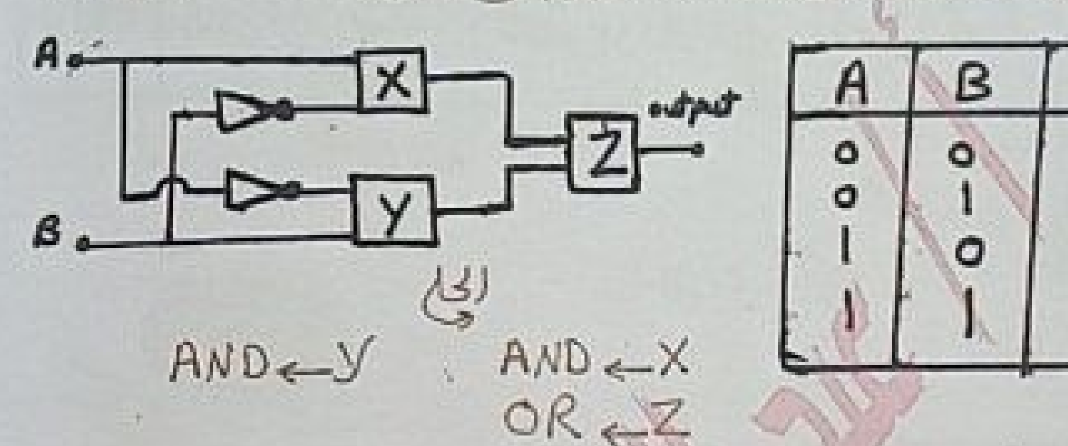
CD + EF ← جمع OR

+ G ← جمع OR

G ← NOT

look يمكن استخدام الترانزستور كبوابة عاكس **not** اذا كان له باعث واحد
وبوابة توافق and اذا كان له أكثر من باعث
وبوابة اختيار or اذا كان هناك ترانزستوران على التوازي.

س: من جدول التحقق التالي، استنتج نوع البوابات X، Y، Z :-



A	B	output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

الحل

X ← AND　　Y ← AND
Z ← OR

س: الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل تكافئ عمل مجموعة من البوابات المنطقية حيث يمثل المفتاحان A، B الدخل وإنارة المصباح C تمثل الخرج :-

١) أكمل جدول التحقق المقابل.
٢) وضح بالرسم دائرة البوابات المنطقية التي تحقق جدول التحقق المقابل.

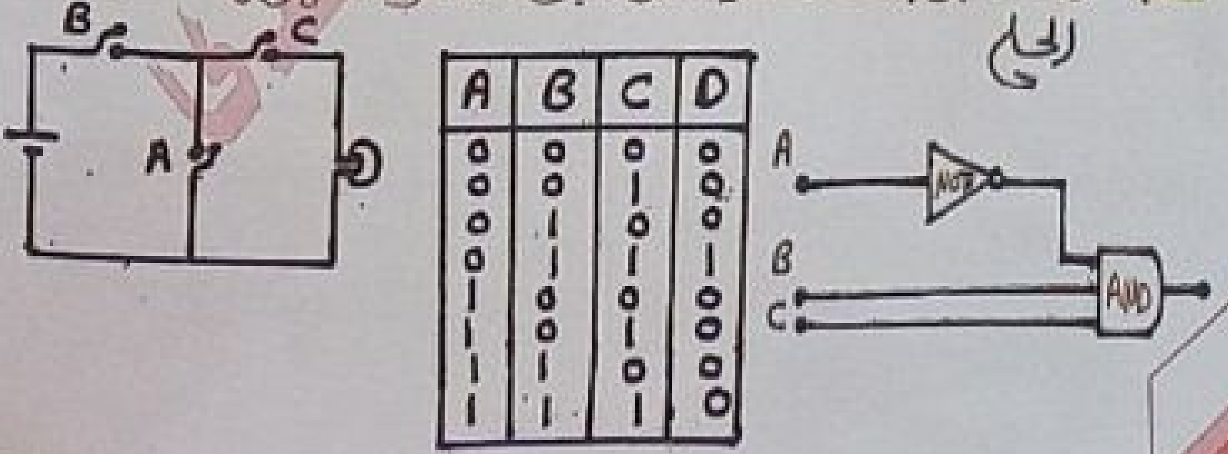
A	B	output C
1	1	0
0	1	0
1	0	0
0	0	1

الحل

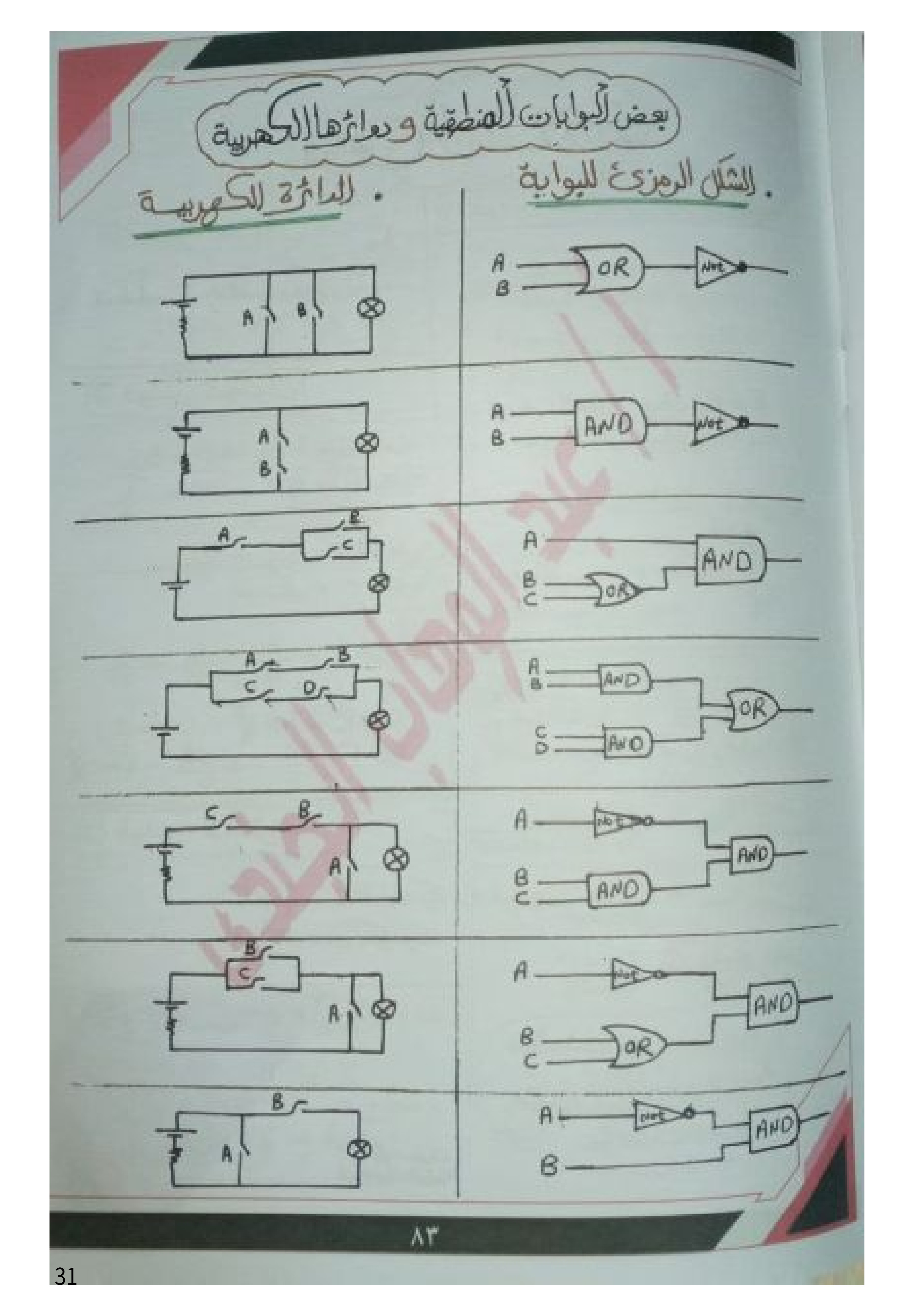
A، B → OR → NOT → C

س: ارسم البوابات المنطقية التي تعبر عن الدائرة الكهربية المقابلة :-

الحل



A	B	C	D
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0


بعض البوابات المنطقية ودوائرها الكهربية
الشكل الرمزي للبوابة
الدائرة الكهربية
A
B
OR
Not
AND
C
D
٨٣

قوانين الحديثة 2022

① قانون فين

$$\frac{\lambda_{m_1}}{\lambda_{m_2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

لاحظ أن T بالكلفن لو معطى (°C) :-

$$T\,k = T\,°C + 273$$

② قوانين الفوتون

طاقة $E = h\nu = mc^2 = \frac{hc}{\lambda}$

كمية تحرك $P_L = \frac{h\nu}{c} = mc = \frac{h}{\lambda}$

كتلة $m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$

مكون m = صفر

طول موجي $\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mc} = \frac{c}{\nu}$

قدرة $P_w = h\nu\phi_L$ $\left(\phi_L = \frac{N}{t}\right)$

قوة $F = \frac{2P_w}{c} = \frac{2h\nu\phi_L}{c} = 2mc\phi_L$

③ قوانين الالكترون

طاقة حركة $K.E = \frac{1}{2}mv^2$

كمية تحرك $P_L = mv$

• $eV = \frac{1}{2}mv^2$ (فرق جهد ، سرعة) $\left(v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}\right)$

• $\lambda = \frac{h}{mv}$ (سرعة)

$n\lambda = 2\pi r$ مدار

n رقم مستوى
عدد الموجات الموقوفة

④ قوانين دالة الشغل فوتون والكترون معاً

• $E = E_w + K.E$

• $h\nu = h\nu_c + \frac{1}{2}mv^2$

• $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_c} + \frac{1}{2}mv^2$

• لو نفس الضوء يبقى $E_1 = E_2$

• لو نفس الفلز يبقى $E_{w_1} = E_{w_2}$

خلي بالك: eV (الكترون فولت) $\xrightarrow{\times 1.6\times10^{-19}}$ J (جول)

(رسم بياني: $K.E$ مع ν ، ν_c ، E_w)

• ولو المسألة مرسومة خلي بالك من مقياس الرسم.

⑤ في طيف ذرة الهيدروجين

• عدد الخطوط $= \frac{n^2 - n}{2}$

• عدد المجموعات = عدد المستويات $- 1$

أكبر λ في أي سلسلة $\lambda_{max} = \frac{n^2(n+1)^2}{(2n+1)\times 1.096\times10^7}$

أقل λ في أي سلسلة $\lambda_{min} = \frac{n^2}{1.096\times10^7}$ (n رقم المستوى)

لنفس السلسلة $\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{(n+1)^2}{(2n+1)}$

مثلاً سلسلة ليمان :- $n = 1$

$$\lambda_{max} = \frac{1^2(1+1)^2}{((2\times1)+1)\times1.096\times10^7} = 1.2\times10^{-7}\,m$$

6) أنبوبة كولدج (أشعة X)

الطاقة الكلية المستهلكة $E = V \cdot I \cdot t$

الطاقة الضوئية الناتجة طاقة أشعة (X) $E_x = V \cdot I \cdot t \times$ الكفاءة

الطاقة الحرارية الناتجة $E_{th} = E_{الكلية} - E_{x\ (أشعة\ X)}$

أقصر طول موجي لأشعة (X) طيف مستمر $\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$

الطيف الخطي المميز $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$

• لاحظ أن طاقة أشعة (X) زي الموجات الكهرومغناطيسية عامة أي :

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

حساب عدد الالكترونات المنبعثة من الفتيلة $I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t}$

7) الليزر

$$\text{فرق الطور} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار}$$

($2\pi \rightarrow 180°$)

8) في بلورة شبه الموصل النقي

$$n = p$$

(قانون فعل الكتلة) $n \cdot p = n_i^2$

n ← تركيز الالكترونات، p ← تركيز الفجوات، n_i ← تركيز الالكترونات أو الفجوات

9) إذا تم تطعيم البلورة بشوائب

خماسية	ثلاثية
$n = N_D^+$ ← تركيز الشوائب الخماسية	$p = N_A^-$ ← تركيز الشوائب الثلاثية
$p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$	$n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$

10) في الوصلة الثنائية في حالة التوصيل الأمامي

$$I_{في\ الدائرة} = \frac{V_B - V_{الحاجز}}{R'}$$

11) في الترانزستور

$$I_E = I_B + I_C$$

I_E شدة تيار الباعث، I_B شدة تيار القاعدة، I_C شدة تيار المجمع

نسبة التوزيع $\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$

نسبة التكبير $\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$

(I_C دايمًا فوق)

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

V_{CE} جهد الخرج

12) للتحويل من الرقمي (الثنائي) إلى العشري (التناظري)

Mode [4] Log الشفرة $= X^2$

• للتحويل من العشري إلى الرقمي

Mode [4] الرقم $=$ Log

هاااام جداااا :-

إذا كان $\nu > \nu_c$ أي (انبعثت الكترونات من سطح المعدن)

(أ) لو سقط نفس الضوء على الفلز :-

فإن زيادة شدة الضوء الساقط يزيد شدة التيار الكهروضوئي (عدد الالكترونات المنبعثة في الثانية) ولا تتأثر طاقة حركة الالكترونات أو سرعتها.

(ب) إذا استخدم ضوء آخر بتردد مختلف :-

(١) وكانت الشدة متساوية :
فإن الضوء الأكبر طاقة (تردد) أقل في عدد الالكترونات المنبعثة لأنه يحتوي على عدد فوتونات أقل.

(٢) وكان معدل سقوط الفوتونات متساوي :
فإن شدة الالكترونات المنبعثة (عدد الالكترونات) يظل ثابت مهما اختلف الضوء.

مثال :

س١ سقط ضوء على سطح فلز وكان $\nu > \nu_c$ فإنه بزيادة شدة هذا الضوء الساقط فإن عدد الالكترونات المنبعثة يزداد وطاقة حركتها لا تتأثر.

س٢ سقط ضوء أحمر وضوء أخضر على سطح فلز بنفس الشدة فإن عدد الالكترونات المنبعثة في الثانية من الأحمر أكبر من الأخضر.

س٣ سقط ضوء أحمر وضوء أخضر على سطح فلز بنفس المعدل فإن عدد الالكترونات المنبعثة في الثانية لا يتأثر.